

Institut für Lebensmittelsicherheit und -hygiene  
Vetsuisse-Fakultät Universität Zürich

Direktor: Prof. Dr. R. Stephan

Arbeit unter Leitung von Dr. C. Zweifel

**Erhebung von Daten zur Festlegung einer Baseline für die Anwendung der  
Nass-Trockentupfertechnik (NTT) bei Schlachttierkörpern von Rind und  
Schwein gemäss der EU-Entscheidung 2001/471/EG**

INAUGURAL-DISSERTATION

zur Erlangung der Doktorwürde  
der Vetsuisse-Fakultät  
Universität Zürich

vorgelegt von

**Dominik Baltzer**

Tierarzt  
von Basel / BS

genehmigt auf Antrag von

Prof. Dr. R. Stephan, Referent

PD Dr. M. Hässig, Korreferent

Zürich 2004

Meinen Eltern

## Inhaltsverzeichnis

1.	Zusammenfassung	1
2.	Einleitung	3
3.	Literaturübersicht	5
3.1.	MIKROBIOLOGISCHE MONITORINGUNTERSUCHUNGEN	5
3.1.1.	Bedeutung mikrobiologischer Monitoringuntersuchungen	5
3.1.2.	Probenentnahmetechniken	7
3.1.2.1.	Destruktive Probenentnahmeverfahren	7
3.1.2.2.	Nicht-destruktive Probenentnahmeverfahren	7
3.1.3.	Probenentnahmestellen und Probenumfang	9
3.1.4.	Nachweis bestimmter Keimgruppen zur Bestimmung der Oberflächenkontamination	9
3.2.	SELBSTKONTROLLE IN SCHLACHTBETRIEBEN	10
3.2.1.	Rechtliche Grundlagen der Selbstkontrolle in Schlachtbetrieben	11
3.2.1.1.	Gesetzgebung der Schweiz (Nationale Gesetzgebung)	11
3.2.1.2.	Gesetzgebung der Europäischen Union	11
3.2.1.2.1.	Mikrobiologische Monitoringuntersuchungen von Schlachttierkörpern gemäss der EU Entscheidung 2001/471/EG	12
3.2.1.2.1.1.	Probenentnahmestellen am Schlachttierkörper	12
3.2.1.2.1.2.	Probenentnahmeverfahren	13
3.2.1.2.1.3.	Durchführung der Probenentnahme	13
3.2.1.2.1.4.	Mikrobiologische Untersuchungen	15
3.2.1.2.1.5.	Aufzeichnung, Auswertung und Beurteilung der Ergebnisse	15
3.2.1.2.1.6.	Feedback und Korrekturmassnahmen	17

4.	Material & Methoden	18
4.1.	SCHLACHTBETRIEBE:	18
4.2.	DATENERHEBUNG	19
4.3.	PROBENENTNAHME	19
4.4.	MIKROBIOLOGISCHE UNTERSUCHUNG	20
4.4.1.	Aerobe mesophile Gesamtkeimzahl (GKZ) und <i>Enterobacteriaceae</i>	21
4.5.	AUSWERTUNG DER RESULTATE	22
4.5.1.	Statistische Auswertung	24
5.	Ergebnisse	26
5.1.	MIKROBIOLOGISCHE UNTERSUCHUNGEN VON SCHLACHTTIERKÖRPERN	26
5.1.1.	Aerobe mesophile Gesamtkeimzahl (GKZ)	26
5.1.1.1.	GKZ-Einzelergebnisse der an einem Tag untersuchten Schlachttierkörper geordnet nach Betrieben	26
5.1.1.2.	GKZ-Einzelergebnisse von Rinder- und Schweineschlachttierkörpern geordnet nach Betrieben	27
5.1.1.3.	Betriebsübergreifende Darstellung und Auswertung der GKZ- Einzelergebnisse von Rinder- und Schweineschlachttierkörpern	29
5.1.1.4.	Verlaufskurven der tagesdurchschnittlichen log <sub>10</sub> -Werte der GKZ- Ergebnisse von Rinder- und Schweineschlachttierkörpern	33
5.1.1.5.	Grenzlinien betriebsspezifischer Qualitätsregelkarten der GKZ-Ergebnisse von Rinder- und Schweineschlachttierkörpern	34
5.1.1.6.	Betriebsübergreifende Darstellung und Auswertung tagesdurchschnittlicher log <sub>10</sub> -Werte der GKZ-Ergebnisse von Rinder- und Schweineschlachttierkörpern	37
5.1.2.	<i>Enterobacteriaceae</i>	39
5.1.2.1.	<i>Enterobacteriaceae</i> -Zahlen	39

5.1.2.1.1.	<i>Enterobacteriaceae</i> -Einzelergebnisse von Rinder- und Schweineschlachttierkörpern geordnet nach Betrieben	39
5.1.2.1.2.	Betriebsübergreifende Darstellung und Auswertung der <i>Enterobacteriaceae</i> -Einzelergebnisse von Rinder- und Schweineschlachttierkörpern	41
5.1.2.1.3.	Verlaufskurven der tagesdurchschnittlichen log10-Werte der <i>Enterobacteriaceae</i> -Ergebnisse von Rinder- und Schweineschlachttierkörpern	42
5.1.2.1.4.	Grenzlinien betriebsspezifischer Qualitätsregelkarten der <i>Enterobacteriaceae</i> -Ergebnisse von Rinder- und Schweineschlachttierkörpern	43
5.1.2.1.5.	Betriebsübergreifende Darstellung und Auswertung tagesdurchschnittlicher log10-Werte der <i>Enterobacteriaceae</i> -Ergebnisse von Rinder- und Schweineschlachttierkörpern	45
5.1.2.2.	<i>Enterobacteriaceae</i> -Nachweishäufigkeit von Rinder- und Schweineschlachttierkörpern	46
5.1.2.3.	Gegenüberstellung der aeroben mesophilen GKZ und der <i>Enterobacteriaceae</i>	48
5.1.2.3.1.	Gegenüberstellung der GKZ- und der <i>Enterobacteriaceae</i> -Ergebnisse	48
5.1.2.3.2.	Gegenüberstellung der tagesdurchschnittlichen log10-Werte der GKZ- und der <i>Enterobacteriaceae</i> -Ergebnisse	50
5.1.2.3.3.	Gegenüberstellung der GKZ-Ergebnisse und des Anteils <i>Enterobacteriaceae</i> -positiver Proben	52
6.	Diskussion	55
6.1.	HACCP-PRINZIPIEN IM SCHLACHTBETRIEB	55
6.2.	GESAMTKEIMZAHLBESTIMMUNG	57
6.2.1.	GKZ-Einzelergebnisse von Rinder- und Schweineschlachttierkörpern	57
6.2.2.	Verlauf der tagesdurchschnittlichen log10-Werte der GKZ-Ergebnisse	59
6.3.	<i>ENTEROBACTERIACEAE</i>	63
6.3.1.	<i>Enterobacteriaceae</i> -Zahlen	64

6.3.2.	<i>Enterobacteriaceae</i> -Nachweishäufigkeit	65
6.3.3.	Gegenüberstellung der GKZ- und der <i>Enterobacteriaceae</i> -Ergebnisse	67
6.4.	VORSCHLAG BETRIEBSÜBERGREIFENDER GRENZLINIEN GEMÄSS DER EU ENTSCHEIDUNG 2001/471/EG FÜR DIE NASS- TROCKENTUPFERTECHNIK (NTT)	68
6.5.	SCHLUSSFOLGERUNGEN	71
7.	Abbildungen	74
8.	Literaturangaben	143
9.	Verdankungen	151

## 1. Zusammenfassung

Gemäss der EU-Entscheidung 2001/471/EG wurden Proben von 800 Rinder- und 650 Schweineschlachttierkörpern an fünf respektive vier EU-zugelassenen Schlachtbetrieben der Schweiz mittels Nass-Trockentupfertechnik (NTT) erhoben und auf die aerobe mesophile Gesamtkeimzahl (GKZ) sowie *Enterobacteriaceae* untersucht.

Die Ergebnisse zeigen, dass ein mittels NTT regelmässig durchgeführtes Monitoring von Schlachttierkörpern sich zur langfristigen Überwachung der Schlachthygiene eignet, signifikante Keimzahlunterschiede zwischen den Betrieben erkennen lässt und auf der gemeinsamen Bestimmung der GKZ und der *Enterobacteriaceae*-Zahl beruhen sollte. Alternativ eignet sich auch die Bestimmung der *Enterobacteriaceae*-Nachweishäufigkeit. Die Prävalenz belief sich dabei je nach Betrieb für Rinderschlachttierkörper auf 12.0% – 54.0% und für Schweineschlachttierkörper auf 4.0% – 41.3%.

Zur Darstellung der nach Tierkörper geordneten Keimzahlen ist ein leicht verständliches Modell, z.B. ein Balkendiagramm, empfehlenswert. Bei der Bewertung der tagesdurchschnittlichen  $\log_{10}$ -Werte bietet die Qualitätsregelkarten-Technik ein biometrisch fundiertes, einprägsames, auf betriebspezifischen Grenzl原因en beruhendes Konzept. Für die tagesdurchschnittlichen  $\log_{10}$ -Werte der GKZ lagen die Mittelwerte ( $\log_{10}$  KBE/cm<sup>2</sup>) von Rinderschlachttierkörpern in den verschiedenen Betrieben bei 3.0 (A), 2.7 (B), 2.6 (C) 3.1 (D) und 2.1 (E) sowie von Schweineschlachttierkörpern bei 2.9 (A), 2.4 (B), 2.2 (C) und 3.7 (D). Allerdings erfassen Verlaufskurven von "Durchschnittswerten" auf einzelne Tierkörperregionen begrenzte Kontaminationen nicht. Erst gravierendere Mängel in der Schlachthygiene werden erkannt. Bei abweichenden Ergebnissen sowie periodisch sind daher ergänzende, nach Entnahmestellen aufgeschlüsselte Untersuchungen vorzusehen.

Aufgrund der vorliegenden Daten werden folgende betriebsübergreifenden Grenzl原因en zur Beurteilung der tagesdurchschnittlichen  $\log_{10}$ -Werte von Rinder- und Schweineschlachttierkörpern bei nicht-destruktiver Probenentnahme mittels NTT gemäss der EU-Entscheidung 2001/471/EG vorgeschlagen: GKZ: annehmbar:  $< 3,25$ , kritisch:  $3,25 - 4,00$ , unannehmbar:  $> 4,00$ ; *Enterobacteriaceae*: annehmbar  $< 1,00$ , kritisch:  $1,00 - 2,00$ , unannehmbar:  $> 2,00$ . Die Bewertung von Ergebnissen mikrobiologischer Monitoringuntersuchungen sollte grundsätzlich auf der Basis betriebseigener, vergleichbarer Daten erfolgen. Die Vorgabe betriebsübergreifender mikrobiologischer Bewertungskriterien kann daher nur als "Baseline" angesehen werden.

## Summary

According to decision 2001/471/EC, samples from 800 cattle and 650 pig carcasses were obtained by the wet-dry double swab technique at five and four Swiss EU-approved abattoirs, respectively. From each carcass, four samples were pooled and then examined for total colony count (TCC) and *Enterobacteriaceae*.

This study showed that monitoring of carcasses performed by wet-dry double swab technique is suitable for long-term verification of slaughter hygiene, allowed to determine significant differences in bacterial counts between the examined abattoirs and should be based on determination of both TCC and *Enterobacteriaceae*. In view of low *Enterobacteriaceae* counts and results under the detection limit, determination of *Enterobacteriaceae* prevalence may be considered instead to indicate fecal contamination. Dependent on abattoir, prevalence ranged from 12.0% to 54.0% for cattle carcasses and from 4.0% to 41.3% for pig carcasses.

Results of each carcass should be shown in a form easy to understand, e.g. a bar chart. Quality control charts offer a biometric-founded, impressive concept based on abattoir-specific data and limits for classifying average daily  $\log_{10}$  values from carcasses. For the average daily TCC  $\log_{10}$  results, mean values for the different abattoirs were 3.0 (A), 2.7 (B), 2.6 (C), 3.1 (D) and 2.1 (E) from cattle carcasses and 2.9 (A), 2.4 (B), 2.2 (C) and 3.7 (D) from pig carcasses. However, pooled samples and average values do not consider localized contamination on carcasses, and only more serious weak points in slaughter hygiene are recognized. Therefore, bearing results out of limits and periodically, additional examinations separated for the different sampling sites should be planned, showing results e.g. as box plots.

According to the data of this study, the following baselines are proposed for classifying average daily  $\log_{10}$  values obtained from cattle and pig carcasses by nondestructive wet-dry double swab technique into the categories demanded by the EC-decision: TCC: acceptable:  $< 3.25$ , marginal:  $3.25 - 4.00$ , unacceptable:  $> 4.00$ ; *Enterobacteriaceae*: acceptable  $< 1.00$ , marginal:  $1.00 - 2.00$ , unacceptable:  $> 2.00$ . However, such values always have to be seen merely as baselines in the context of standardized hygiene monitoring. It is of critical importance for abattoirs to implement a monitoring system based on abattoir-specific data as permitted by quality control charts.



## 2. Einleitung

Grundsätzlich unterliegt jeder Schlachtbetrieb in der Schweiz der nach Artikel 30 der schweizerischen Fleischhygieneverordnung (FHyV) vom 1. März 1995 geforderten Selbstkontrolle (Anonym, 1995a). Die FHyV verpflichtet die Schlachtbetriebe zur systematischen Überwachung der Schlachthygiene. Diese umfasst neben der Überwachung der Kühltemperatur visuelle Sauberheitskontrollen an jedem Schlachttag, die periodisch durch mikrobiologische Untersuchungen zu ergänzen sind. Unter diesen Sauberheitskontrollen ist neben der Überprüfung von Räumlichkeiten und Arbeitsgegenständen auch die Überwachung des Schlachtprozesses („In-Prozess-Kontrolle“) zu verstehen, die auch die Schlachttierkörper umfasst.

Schweizerische Schlachtbetriebe mit einer EU-Zulassung unterliegen zudem den Forderungen der EU-Gesetzgebung. Um eine EU-weite, einheitliche Durchführung von mikrobiologischen Verifikationskontrollen zu gewährleisten, wurde von der EU-Kommission die Entscheidung 2001/471/EG erlassen (Anonym, 2001). Diese Entscheidung definiert für mikrobiologisches Schlachttierkörper-Monitoring sowie für die mikrobiologische Kontrolle der Reinigung und Desinfektion die zugelassenen Probenentnahmeverfahren, die Frequenz, Anzahl, Zeitpunkt, Fläche sowie für Schlachttierkörper die Lokalisationen der zu erhebenden Proben, die Durchführung der mikrobiologischen Untersuchungen (Laboransatz) sowie die Aufzeichnung, Auswertung und Beurteilung der Ergebnisse.

Für das Monitoring von Schlachttierkörpern sind gemäss der Entscheidung 2001/471/EG grundsätzlich destruktive und nicht-destruktive Probenentnahmeverfahren (Nass-Trockentupfertechnik, NTT) zugelassen. Die EU-Entscheidung definiert für das destruktive Probenentnahmeverfahren Grenzlinien für Kategorien (annehmbar, kritisch, unannehmbar), in welche die erhaltenen Ergebnisse (tagesdurchschnittliche  $\log_{10}$ -Werte) der aeroben mesophilen Gesamtkeimzahl (GKZ) und der *Enterobacteriaceae*-Zahl einzuteilen sind. Für die ebenfalls zugelassene, nicht-destruktive NTT fehlen bis anhin solche betriebsübergreifende Grenzlinien. Deren Ermittlung wird jedoch bei Anwendung der NTT von der EU-Entscheidung gefordert.

Von Seiten der Schlachtbetriebe werden aus Gründen der Praktikabilität oftmals nicht-destruktive Methoden favorisiert. Es besteht daher ein grosses Bedürfnis nach betriebsübergreifenden Grenzlinsen.

Ziel dieser Arbeit war es nach den Vorgaben der Entscheidung 2001/471/EG für die Tierarten Rind und Schwein in vier respektive fünf Schlachtbetrieben der Schweiz, die über eine EU-Zulassung verfügen, an Schweine- respektive Rinderschlachttierkörpern Daten mit der NTT zur Beurteilung der Hygienebedingungen zu erheben und anhand der erhobenen betriebsspezifischen Daten die Aussagekraft verschiedener Darstellungs- und Auswertungsmodelle zu evaluieren. Im weiteren wurden betriebsspezifische Verlaufskurven erstellt sowie Grenzlinsen für betriebsspezifische Qualitätsregelkarten zur Beurteilung von Verlaufskurven berechnet. Ferner wurden aufgrund der Daten aller untersuchter Schlachtbetriebe betriebsübergreifende Grenzlinsen („Baselines“) für ein Monitoring von Schlachttierkörpern bei Anwendung der NTT für die Rinder- und Schweineschlachtung vorgeschlagen.

### 3. Literaturübersicht

#### 3.1. Mikrobiologische Monitoringuntersuchungen

##### 3.1.1. Bedeutung mikrobiologischer Monitoringuntersuchungen

Im Rahmen eines Lebensmittelsicherheitskonzepts bei der Fleischgewinnung kommt der strikten Einhaltung der Schlachthygiene als Massnahme zur Verhinderung mikrobieller Kontamination der Oberfläche von Schlachttierkörpern grosse Bedeutung zu.

Beim Vorliegen hygienischer Schwachstellen im Schlachtprozess kann es zu einer Kontamination der Schlachttierkörperoberfläche mit saprophytären Verderbniskeimen, aber auch zu einer Kontamination mit pathogenen Mikroorganismen kommen, die beim Verzehr von rohen oder unzureichend erhitzten Fleischerzeugnissen zu Erkrankungen führen können. Ebenso erfolgt mit dem Fleisch eine Verschleppung der Keime in die Verarbeitungsbetriebe und in die Haushalte der Konsumenten, wo sie durch Kreuzkontaminationen auf oder in andere Lebensmittel gelangen können. Mikrobiologische Hygienemassnahmen dienen daher sowohl dem Gesundheitsschutz als auch der Erhaltung der Qualität.

Bei den pathogenen „meatborne“ Mikroorganismen spielen insbesondere die Erreger latenter Zoonosen eine entscheidende Rolle. Diese kommen zum Teil in hoher Prävalenz bei Schlachttieren und auf Schlachttierkörpern vor (Zweifel und Stephan 2003a, Al-Saigh et al., 2004; Zweifel et al. 2004). Von Bedeutung sind hierbei insbesondere *Campylobacter* spp., *Salmonella* spp. sowie Shigatoxin-bildende *Escherichia coli* (STEC). Dabei stellt das gesunde Tier das Reservoir dieser Erreger dar. Im Rahmen der traditionellen Fleischkontrolle, die auf Adspektion, Palpation und Inzision basiert und insbesondere auf die Erkennung der Tuberkulose ausgerichtet ist, werden daher Träger solcher Erreger nicht erkannt, da keine klinischen Auffälligkeiten am Schlachttier oder pathologisch-anatomisch feststellbare Veränderungen am Schlachttierkörper oder den Organen gefunden werden.

Die Zahl der mit den obengenannten Erregern assoziierten humanen, gastrointestinalen, Nahrungsmittel-bedingten Erkrankungen hat in den letzten Jahren weltweit zugenommen. Während in vielen Industrieländern Salmonellen-bedingte Darminfektionen noch überwiegen, übertreffen in einigen EU-Staaten, den USA und auch der Schweiz Campylobacteriosen inzwischen die anderen Ursachen akuter bakterieller humaner Gastroenteritiden (Bartelt, 1999; Rautelin und Hänninen, 2000). Auch wenn sich diese Zunahme zum Teil auf verbesserte diagnostische Nachweismöglichkeiten zurückführen lässt, ist dennoch in den letzten Jahren ein signifikanter, kausal bis anhin ungeklärter Anstieg von Campylobacter-bedingten Infektionen festzustellen. Beispielsweise liess sich in der Schweiz in den Jahren 1991 bis 2000 eine Zunahme der bestätigten Campylobacteriosen von ca. 3'500 auf 7'000 verzeichnen, während im gleichen Zeitraum der Anteil bestätigter Salmonellosen von 4'600 auf 2'500 abnahm. Ebenfalls wurde eine weltweite Zunahme der durch *E. coli* 0157 und non-O157 STEC hervorgerufenen Infektionen verzeichnet (Chinen et al., 1993; Caprioli und Tozzi, 1998; Nataro und Kaper, 1998).

Zur Überwachung der Schlachthygiene ist ein zuverlässiges und aussagekräftiges Monitoringsystem erforderlich. Hierfür sind einerseits eine regelmässige visuelle „Schlachtprozess-Kontrolle“ („In-Prozess-Kontrolle“) auf Hygiene-Schwachstellen sowie die Überwachung des Hygieneverhaltens der Mitarbeiter und andererseits regelmässig durchgeführte, aussagekräftige mikrobiologische Monitoringuntersuchungen der Umgebung und von Schlachttierkörpern gemäss den Prinzipien des HACCP-Systems von entscheidender Bedeutung (Vanne et al., 1996; Zweifel und Stephan, 2003a, Zweifel und Stephan, 2003b). Wichtig ist, dass bei der Erkennung von Schwachstellen respektive Abweichungen bei den visuellen oder mikrobiologischen Kontrollen, geeignete Korrekturmassnahmen eingeleitet und umgesetzt werden.

Für mikrobiologische Monitoringuntersuchungen eignen sich beispielsweise die aerobe mesophile Gesamtkeimzahl (GKZ) und der *Enterobacteriaceae*-Nachweis (Charlebois et al., 1991; Untermann et al., 1997). Dieses System ist zumeist aussagekräftiger als qualitativ, mit sehr grossem Aufwand bestimmte Pathogene nachzuweisen.

### **3.1.2. Probenentnahmetechniken**

Die Probenentnahmetechniken lassen sich grundsätzlich in zwei Gruppen einteilen: Einerseits die destruktiven Methoden, bei welchen ein umschriebener Bezirk der Oberfläche abgekratzt, abgetragen, ausgestanzt, ausgebohrt oder ausgefräst wird und andererseits die nicht-destruktiven Methoden wie die Agar-Kontaktverfahren sowie die Tupfer- und Spülmethoden.

#### **3.1.2.1. Destruktive Probenentnahmeverfahren**

Destruktive Probenentnahmeverfahren, die auf dem Heraustrennen eines umschriebenen Bezirkes der Oberfläche beruhen, werden von verschiedenen Autoren als geeignete Verfahren zur exakten quantitativen Bestimmung des Oberflächenkeimgehaltes von Schlachttierkörpern angeführt (Nortje et al., 1982; Anderson et al., 1987; Hesse, 1991; Zander-Schmidt, 1991; Dorsa et al., 1996). Allerdings zeigte *Ware et al.* (1999), dass auch der Zeitpunkt der Probenentnahme für die Höhe der GKZ von Bedeutung ist. Ein weiterer Vorteil der destruktiven Verfahren ist die im Allgemeinen hohe Reproduzierbarkeit (De Zutter et al., 1982; Snijders et al., 1984).

Es ist zu berücksichtigen, dass mittels destruktiver Verfahren meist nur kleine Oberflächenbezirke unter grossem Zeit- und Arbeitsaufwand analysiert werden und die Tierkörperoberfläche beschädigt wird (Reuter, 1984).

#### **3.1.2.2. Nicht-destruktive Probenentnahmeverfahren**

Mittels geeigneter Medien werden dabei die auf der Oberfläche haftenden Bakterien ohne Verletzung der Oberfläche entfernt.

Bei den Agar-Kontaktverfahren wird ein festes Medium auf die zu beprobende Oberfläche gepresst und anschliessend bebrütet. Der so genannte Abklatsch zeigt ein „Spiegelbild“ der auf der Oberfläche haftenden Keime. Unzureichende Ergebnisse sind auf nassen, rauen oder zerklüfteten Oberflächen zu erwarten. Ferner erschweren Schimmelpilze, schwärmende Bakterien (*Bacillus* spp.) sowie Rasenwachstum die Auswertung.

Das Prinzip der Spülmethode beruht darauf, eine bestimmte Menge an Flüssigkeit mehrmals auf eine definierte Oberfläche aufzubringen und danach auf ihren Keimgehalt zu untersuchen. Für das „Abspülen“ der Oberfläche stehen verschiedene Techniken zur Auswahl. Je nach Apparatur lassen sich unterschiedliche Resultate erzielen. Allerdings sind die Apparaturen im Allgemeinen sehr teuer und ihr Betrieb ist zeit- und kostenaufwendig.

Bei der Nass-Trockentupfertechnik (NTT) wird eine durch eine sterile Schablone abgegrenzte Fläche zunächst mit einem durch 0.85% NaCl-Lösung befeuchteten Wattetupfer und danach mit einem trockenen Wattetupfer abgerieben. Einige Autoren, die Kommission der Europäischen Union (EU) sowie der Food Safety Inspection Service (FSIS) des U. S. Department of Agriculture (USDA) empfehlen dieses Verfahren aufgrund des geringen Zeit- und Kostenaufwandes für Routineuntersuchungen (Anonym, 1987; Anonym, 1996; Sharpe et al., 1996; Zweifel und Stephan, 2003a). Allerdings ist bei dieser Methode im Vergleich zu destruktiven Verfahren die Reproduzierbarkeit geringer, was eine erhöhte Probenanzahl erfordert (Roberts et al., 1984). Ferner ist zu beachten, dass die Keimausbeute im Vergleich zu destruktiven Techniken tiefer liegt (Reuter, 1984; Stolle, 1985).

Generell werden die verschiedenen Probenentnahmetechniken kontrovers diskutiert (Bolton, 2003). Mehrere Autoren sehen die Effektivität der nicht-destruktiven Probenentnahme der destruktiven Technik als unterlegen an (Fliss et al., 1991; Rivas et al., 1993; Palumbo et al., 1999). Allerdings fehlen Vergleiche mit stärker abrasiven Verfahren wie der NTT, die sich für Routineuntersuchungen besser eignen (Dorsa et al., 1996; Ware et al., 1999; Gill und Jones, 2000; Ellerbroek, 2003). Zudem bestehen unterschiedliche Auffassungen über die Praktikabilität der Verfahren (Ady et al., 1997; Dorsa et al., 1997; Gill et al., 2001). Gill et al. (2001) brachten zudem vor, dass jede angenommene Beziehung in den Ergebnissen zwischen destruktiven und nicht-destruktiven Verfahren mit grosser Vorsicht zu interpretieren ist. Um vergleichbare Daten zu erhalten, die es ermöglichen, die Schlachthygiene objektiv zu beurteilen, ist es daher wichtig, dass in einem Betrieb über einen längeren Zeitraum immer mit derselben Technik gearbeitet wird (Reuter, 1984; Snijders et al., 1984; Untermann et al., 1997).

### **3.1.3. Probenentnahmestellen und Probenumfang**

Grundsätzlich sind für ein mikrobiologisches Monitoring von Schlachttierkörpern möglichst viele Probenentnahmestellen von möglichst grosser Fläche vorteilhaft (Stolle, 1985). Aus Gründen der Praktikabilität ist folgendes Vorgehen empfehlenswert: Die Auswahl der Probenentnahmestellen sollte auf einer betrieblichen Schlachtprozessanalyse basierend erfolgen und insbesondere diejenigen Lokalisationen umfassen, die bedingt durch die Schlachttechnik kontaminationsanfälliger sind. Zu Beginn sollten sich die Monitoringuntersuchungen auf eine grössere Anzahl von Probenentnahmestellen abstützen, die je nach Resultaten in den folgenden Untersuchungsintervallen nach unten angepasst werden kann (Untermann et al., 1997).

Die Grösse und Anzahl der Probenentnahmestellen sowie die Anzahl der untersuchten Schlachttierkörper wird durch die angewandte Entnahmemethode sowie die Streuung der Keimzahlen auf den Schlachttierkörpern bestimmt und in der Praxis durch den Arbeits- und Kostenaufwand limitiert. Zumeist wurden bei nicht-destruktiven Oberflächenproben Flächen von 15 bis 100 cm<sup>2</sup> und eine Probenanzahl von drei bis zehn Stellen pro Tierkörper untersucht (Snijders et al., 1984; Stolle 1985; Whelehan et al., 1986; Anonym, 1987; Hesse, 1991; Ellerbroek et al., 1993; Dorsa et al., 1996; Untermann et al., 1997).

### **3.1.4. Nachweis bestimmter Keimgruppen zur Bestimmung der Oberflächenkontamination**

Aufgrund der quantitativen sowie qualitativen Unterschiede der auf Schlachttierkörpern vorkommenden Keimflora ergab sich die Notwendigkeit zur Entwicklung eines Modells von Keimen mit Indikatorfunktion. In früheren Untersuchungen hat sich die regelmässige Bestimmung der GKZ und der *Enterobacteriaceae*-Zahl von definierten Stellen von Schlachttierkörpern zur Verifikation der Schlachthygiene als sehr geeignet erwiesen (Charlebois et al., 1991; Untermann et al., 1997).

Die GKZ wurde von verschiedenen Autoren als Mass für die tatsächliche mikrobielle Belastung von Schlachttierkörpern und nützlicher Hygieneindikator anerkannt (Stolle, 1985; Mackey und Roberts, 1993; Upmann, 1996).

Die EU-Kommission empfiehlt neben der GKZ die Bestimmung der *Enterobacteriaceae*-Zahl (Anonym, 1987). Die *Enterobacteriaceae* dienen dabei als Indikatorkeime für eine fäkale Kontamination der Schlachttierkörperoberfläche (Reuter, 1984; Hesse, 1991). Die fäkale Kontamination wird sowohl vom FSIS des USDA wie auch von der World Health Organization (WHO) als wichtigste Quelle für die Belastung mit pathogenen Mikroorganismen wie Shigatoxin-bildende *Escherichia coli* O157:H7 oder *Salmonella* spp. bezeichnet (Anonym, 1990; Anonym, 1996).

Die Bestimmungen des FSIS des USDA schreiben zwingend eine systematische Untersuchung der Oberfläche von Schlachttierkörpern der Rinder- und Schweinegattung auf *Escherichia coli* vor, um den Grad der fäkalen Kontamination der geschlachteten Tiere festzustellen (Anonym, 1996). Diese Vorschriften haben für Ausfuhrbetriebe nach den USA Gültigkeit und müssen umgesetzt werden.

### **3.2. Selbstkontrolle in Schlachtbetrieben**

Selbstkontrolle für Schlachtbetriebe bedeutet die Überwachung der „Guten Herstellungspraxis“ in der Produktionskette, insbesondere an Stellen, an welchen von einem erhöhten Kontaminationsdruck auszugehen ist. Daher hat jeder lebensmittelverarbeitende Betrieb ein eigenes System zur Überwachung seiner Produktionsprozesse zu erstellen und umzusetzen. Zweck dieser Selbstkontrolle ist es unter anderem, dass jeder Betrieb selbst hygienische Schwachstellen in der Produktion erkennt und mit vorgängig festgelegten Massnahmen angemessen darauf reagieren kann. Die amtlichen Vollzugsinstanzen nehmen dann überwiegend nur noch eine „Kontrolle der Kontrolle“ vor.



### **3.2.1. Rechtliche Grundlagen der Selbstkontrolle in Schlachtbetrieben**

#### **3.2.1.1. Gesetzgebung der Schweiz (Nationale Gesetzgebung)**

Artikel 30 der Fleischhygieneverordnung (FHyV) beschreibt die Durchführung der Selbstkontrolle für Schlachtbetriebe und verpflichtet diese zur systematischen Überwachung der Schlachthygiene (Anonym, 1995a).

Diese umfasst neben der Kontrolle der Kühltemperatur visuelle Sauberheitskontrollen an jedem Arbeitstag, die periodisch durch mikrobiologische Kontrollen zu ergänzen sind (FHyV, Artikel 30, Absatz 2). Unter diesen Sauberheitskontrollen ist neben der Überprüfung von Räumlichkeiten und Arbeitsgegenständen auch die Überwachung der Produktionsprozesse zu verstehen, die auch die Produkte umfasst. Für Schlachtbetriebe bedeutet dies, dass der Schlachtprozess durch „In-Prozess-Kontrollen“ zu überwachen ist, die sich auch auf die Schlachttierkörper beziehen.

Allerdings macht die FHyV keine Vorgaben über Art, Umfang, Analysemethoden, Auswertung und Beurteilung der Ergebnisse mikrobiologischer Monitoringuntersuchungen. Es liegt daher in der Eigenverantwortung der Betriebe diese festzulegen.

#### **3.2.1.2. Gesetzgebung der Europäischen Union**

In der Europäischen Union (EU) ist der gesetzliche Rahmen für die betrieblichen Eigenkontrollen in der Frischfleisch-Richtlinie 64/433/EWG festgelegt (Anonym, 1964). Darin wird, analog zu Artikel 30 der FHyV, eine systematische Überwachung der Schlachthygiene beziehungsweise der Hygiene der Produktionsbedingungen auf allen Prozessstufen gefordert. Diese Kontrollen schliessen Einrichtungen, Arbeitsgeräte und Maschinen aller Produktionsstufen ein. Sie sind durch mikrobiologische Analysen zu ergänzen.

Die Entscheidung 2001/471/EG der EU-Kommission vom 8. Juni 2001 über „Vorschriften zur regelmässigen Überwachung der allgemeinen Hygienebedingungen durch betriebseigene Kontrollen gemäss Richtlinie 64/433/EWG über die gesundheitlichen Bedingungen für die Gewinnung und das Inverkehrbringen von frischem Fleisch“ verpflichtet die Betreiber von Schlacht- und Zerlegebetrieben zur Kontrolle der Produktionsbedingungen im Betrieb auf die Einhaltung der allgemeinen Hygienenormen anhand von regelmässig, gemäss den sieben Prinzipien des HACCP-Systems durchgeführten Monitoringuntersuchungen (Anonym, 2001). Diese Entscheidung legt erstmals betreffend Schlachttierkörper-Monitoring sowie für die Kontrolle der Reinigung und Desinfektion zugelassene Probenentnahmeverfahren, Frequenz, Anzahl, Zeitpunkt, Fläche, Verfahren und für Schlachttierkörper die Lokalisationen der zu erhebenden Proben fest und macht Vorgaben zur Durchführung mikrobiologischer Untersuchungen sowie zur Aufzeichnung, Auswertung und Beurteilung der Ergebnisse betriebseigener Kontrollen, um eine einheitliche Kontrolle der Durchführung zu gewährleisten. Dadurch sollen Hinweise auf grundsätzliche Hygieneschwachpunkte bei der Fleischgewinnung innerhalb der EU gewonnen werden.

Diese Vorschriften gelten für alle EU-Mitgliedstaaten sowie auch für EU-zugelassene Betriebe in Drittländern. In den technischen Weisungen 272.101.11 und 272.101.04a des Bundesamtes für Veterinärwesen BVET sind die Forderungen der EU für die Schweiz seit Beginn des Jahres 2004 umgesetzt (Anonym, 2004a; Anonym 2004b).

#### **3.2.1.2.1. Mikrobiologische Monitoringuntersuchungen von Schlachttierkörpern gemäss der EU Entscheidung 2001/471/EG**

##### **3.2.1.2.1.1. Probenentnahmestellen am Schlachttierkörper**

Die EU-Entscheidung 2001/471/EG nennt im Anhang 1 erstmals eine verbindliche Anzahl sowie die genauen Lokalisationen von Probenentnahmestellen an Schlachttierkörpern. Die vorgegebenen Lokalisationen für Rinderschlachttierkörper (Keule, Flanke, Unterbrust und Kamm) und Schweineschlachttierkörper (Schinken, Rücken, Bauch und Backe) sind aus Abbildung 1 ersichtlich.

Andere als die aufgeführten Probenentnahmestellen können nach Absprache mit dem Amtstierarzt gewählt werden, wenn sich in einem Betrieb gezeigt hat, dass - bedingt durch die Schlachttechnik - andere Tierkörperpartien kontaminationsanfälliger sind.

#### **3.2.1.2.1.2. Probenentnahmeverfahren**

Für das mikrobiologische Monitoring von Schlachttierkörpern sind grundsätzlich destruktive und die nicht-destruktive NTT zugelassen. Bei destruktiven Verfahren sind vier Proben von jeweils 5 cm<sup>2</sup> (2.5 x 2.5 cm) mit einer maximalen Stärke von 5 mm und bei der NTT vier Proben von jeweils 100cm<sup>2</sup> (10 x 10 cm) zu erheben. Um vergleichbare Ergebnisse zu erhalten, sollte insbesondere bei der nicht-destruktiven Technik bei der Probenentnahme nach demselben Prozessmuster und mit derselben Sorgfalt verfahren werden.

Die Entscheidung, welches Probenentnahmeverfahren angewendet wird, bleibt dem Schlachtbetrieb überlassen. Ferner führt die Entscheidung aus, dass auch andere als in Anhang 2 der Entscheidung 2001/471/EG beschriebene Verfahren zulässig sind, wenn gegenüber der zuständigen Behörde nachgewiesen wird, dass sie den im Anhang 1 festgelegten Verfahren mindestens gleichwertig sind (Ellerbroek, 2003). Beispielsweise wurden auch Abklatschtechniken für das Monitoring von Schweineschlachttierkörpern untersucht (Kleiner und Hilgert, 2004).

#### **3.2.1.2.1.3. Durchführung der Probenentnahme**

Innerhalb einer Woche sind zwischen fünf und zehn Schlachttierkörper jeder geschlachteten Tierart zu beproben. Zweiwöchige Intervalle sind zugelassen, wenn innerhalb von sechs aufeinander folgenden Wochen keine Beanstandung der Ergebnisse der mikrobiologischen Untersuchungen zu verzeichnen waren. Kommt es nachfolgend zu einer Verschlechterung der Ergebnisse (ein Ergebnis im kritischen oder unannehmbaren Bereich), ist die Frequenz der Probenentnahmen umgehend wieder auf wöchentliche Intervalle zu erhöhen.

Gemäss der technischen Weisung 272.101.11 des BVET zur „Bestimmung des Oberflächenkeimgehaltes von Schlachttierkörpern in EU-zugelassenen Schlachtbetrieben im Sinne der Entscheidung 2001/471/EG“ sind in EU-zugelassenen Schlachtbetrieben der Schweiz wöchentlich und an wechselnden Wochentagen 10 Tierkörper jeder geschlachteten Tierart zu beproben (Anonym, 2004a).

Unglücklicherweise ist in der deutschen Fassung der Entscheidung 2001/471/EG die entsprechende Passage, welche die Probenentnahmefrequenz regelt, missverständlich formuliert: „Im Zeitraum einer Woche sollten *täglich* zwischen 5 und 10 Schlachttierkörper beprobt werden“. In der englischen Version wird jedoch von „on a single day during each week“ gesprochen. Daher ist innerhalb einer Woche eine Probenentnahme durchzuführen.

Die Proben sind nach Ablauf der Hälfte des Schlachttages vor der Kühlung zu entnehmen. Gemäss der technischen Weisung 272.101.11 des BVET hat die Probenentnahme in Schweizer Schlachthöfen spätestens drei Stunden nach Beginn der Kühlung zu erfolgen und falls sich die Schlachtung einer Tierart über eine kürzere Zeitspanne als einen halben Tag erstreckt, ist darauf zu achten, dass die Proben von Tierkörpern erhoben werden, die am Ende dieser Zeitspanne geschlachtet wurden.

Vor der Untersuchung werden die von den verschiedenen Probenentnahmestellen entnommenen Proben jedes Schlachttierkörpers gepoolt (vertikale Poolprobe). Entsprechen die Ergebnisse nicht den Anforderungen und führen die eingeleiteten Massnahmen nicht zu besseren Hygienebedingungen, dann sollten keine weiteren Proben gepoolt, sondern nach Entnahmestellen aufgeschlüsselte Untersuchungen durchgeführt werden, die erlauben, stärker kontaminierte Körperpartien zu erkennen.

Auf dem Probenentnahmeprotokoll, welches dem Labor zugestellt wird, sind folgende Angaben zu vermerken: beprobte Tierart, Schlachttierkörperkennzeichnung jeder Poolprobe, Datum und Uhrzeit der Probenentnahme, Name des Probennehmers sowie Name und Anschrift des Einsenders. Ferner müssen die Proben eindeutig gekennzeichnet und den Angaben auf dem Probenentnahmeprotokoll zuzuordnen sein.

#### **3.2.1.2.1.4. Mikrobiologische Untersuchungen**

Die Lagerung und der Transport der Proben erfolgen gekühlt und unter Lichtabschluss. Der Ansatz der Proben hat innerhalb von 24 Stunden nach der Probenentnahme zu erfolgen. Die gepoolten Tupferproben oder destruktiv entnommenen Proben werden in einem Plastikbeutel nach Zugabe von 100 ml 0.1% Pepton + 0.85% NaCl-Lösung für mindestens 120 Sekunden homogenisiert (peristaltischer Stomacher oder Rotationsmischer).

Ermittelt werden die GKZ sowie der Gehalt an *Enterobacteriaceae*. Es sind amtlich zugelassene Untersuchungsverfahren (beispielsweise nach DIN, ISO, CEN, AFNOR oder Schweizerischem Lebensmittelbuch) anzuwenden. Anforderungen, die ein Untersuchungslabor erfüllen muss, sind in der technischen Weisung 272.101.11 des BVET aufgeführt. Wichtig ist dabei insbesondere, dass das Labor über Erfahrung betreffend Keimzahlbestimmung in Lebensmitteln im Allgemeinen und mikrobiologischem Monitoring von Schlachttierkörpern im Speziellen verfügt.

Mit Zustimmung der zuständigen Behörde und nach Festlegung entsprechender Kriterien kann die Zählung der *Enterobacteriaceae* durch eine *E. coli*-Zählung ersetzt werden. Wie bereits aufgeführt, hat die *E.coli*-Zählung Bedeutung für Ausfuhrbetriebe nach den USA, da der FSIS des USDA eine systematische Untersuchung von Rinder- und Schweineschlachttierkörpern auf *E.coli* zur Bestimmung der fäkalen Kontamination vorschreibt.

#### **3.2.1.2.1.5. Aufzeichnung, Auswertung und Beurteilung der Ergebnisse**

Die Untersuchungsergebnisse werden, getrennt nach Tierart, als koloniebildende Einheiten pro cm<sup>2</sup> (KBE/cm<sup>2</sup>) angeben und zur Bewertung als Prozesskontrolldiagramme oder -tabellen dargestellt. Grundlage für die Bewertung der Ergebnisse sind die tagesdurchschnittlichen log<sub>10</sub>-Werte. Gemäss der technischen Weisung 272.101.11 des BVET werden die tagesdurchschnittlichen log<sub>10</sub>-Werte als Mittelwert der logarithmierten Ergebnisse (dekadischer Logarithmus) jedes Tierkörpers eines Probenentnahmetages berechnet.

Die Ergebnisse mindestens der letzten 13 wöchentlichen Untersuchungen sind in der richtigen Reihenfolge darzustellen und die vollständigen Unterlagen (inklusive Art, Herkunft und Kennzeichnung der Probe, Datum und Uhrzeit der Probenentnahme, Name des Probennehmers, Name und Anschrift des Labors, Datum der Probenanalyse sowie Verfahrensdaten und Visum) während 18 Monaten aufzubewahren.

Die tagesdurchschnittlichen  $\log_{10}$ Werte sind in die Kategorien „annehmbar“, „kritisch“ und „unannehmbar“ einzuteilen. Die EU-Entscheidung definiert jedoch nur für das destruktive Verfahren Grenzlinien für die aufgeführten Kategorien (Tabelle 1). Für andere als die destruktive Probenentnahmetechnik sind mikrobiologische Kriterien gesondert festzulegen und von der zuständigen Behörde zu genehmigen.

Tabelle 1: Bewertungskriterien zur Einteilung der Ergebnisse (tagesdurchschnittliche  $\log_{10}$ -Werte; Gesamtkeimzahl, *Enterobacteriaceae*) von Rinder- und Schweineschlachttierkörpern bei destruktiver Probenentnahme in die Kategorien „annehmbar“, „kritisch“ und „unannehmbar“

	Annehmbarer Bereich ( $\log_{10}$ KBE/cm <sup>2</sup> )		Kritischer Bereich ( $\log_{10}$ KBE/cm <sup>2</sup> )		Unannehmbarer Bereich ( $\log_{10}$ KBE/cm <sup>2</sup> )	
	Rinder*	Schweine	Rinder*	Schweine	Rinder*	Schweine
Gesamtkeimzahl	< 3.5	< 4.0	3.5 - 5.0	4.0 – 5.0	> 5.0	> 5.0
<i>Enterobacteriaceae</i>	< 1.5	< 2.0	1.5 – 2.5	2.0 – 3.0	> 2.5	> 3.0

\* Werte ebenfalls gültig für Pferde-, Schaf- und Ziegenschlachttierkörper

### 3.2.1.2.1.6. Feedback und Korrekturmassnahmen

Die Untersuchungsergebnisse sind so rasch wie möglich den Verantwortlichen der Betriebe mitzuteilen. Unerlässlich ist, dass durch den Betrieb beim Vorliegen abweichender Ergebnisse geeignete Massnahmen veranlasst und umgesetzt werden.

Die technische Weisung 272.101.11 des BVET nennt mögliche Abklärungen und die entsprechenden Massnahmen beim Vorliegen eines Ergebnisses im kritischen bzw. unannehmbaren Bereich. Zudem kann für Schlachtbetriebe, als eine Möglichkeit, folgendes schematisches Vorgehen empfohlen werden: Zunächst ist eine sorgfältige und umfassende Schwachstellenanalyse durchzuführen. Basierend auf dieser muss sodann eine Risikoabschätzung und Risikobeurteilung erfolgen. Es sind anschliessend geeignete Massnahmen, wie beispielsweise eine Mitarbeiterschulung oder bauliche Veränderungen festzulegen und zu realisieren. Abschliessend ist die Durchführung der Massnahmen zu dokumentieren.

Im Vergleich zu den Vorschriften des FSIS des USDA (Anonym, 1996) ist in der EU-Entscheidung 2001/471/EG auch ein quantitatives Bewertungsschema (bei destruktiver Probenentnahme) aufgeführt. Allerdings sind die Vorgaben der EU-Entscheidung für das Ergreifen von Korrekturmassnahmen, insbesondere beim Vorliegen von „kritischen Ergebnissen“, was gemäss FSIS einem „marginal result“ entspricht, weniger genau definiert. Im Gegensatz zum US-System, bei welchem mehr als drei „marginal *E. coli* results“ innerhalb der letzten 13 Untersuchungen sofort Massnahmen nach sich ziehen müssen, ist in der EU-Entscheidung nicht definiert, wie viele kritische Ergebnisse einen „Trend“ anzeigen. Zusätzlich sieht das US-System „Standards“ zur Reduktion von pathogenen Erregern durch die Einführung von HACCP-Systemen vor, die bei Schweineschlachttierkörpern auf der Prävalenz von *Salmonella* spp. beruhen (Pearce et al., 2004).

## 4. Material & Methoden

### 4.1. Schlachtbetriebe

Im Rahmen dieser Arbeit wurden Proben von fünf Schlachtbetrieben der Schweiz (Betriebe A, B, C, D und E) untersucht. Drei dieser Betriebe (A, B und D) lagen in der Nordschweiz, einer im Kanton Bern (Betrieb C) und einer in der Westschweiz (Betrieb E). Alle Betriebe verfügten über eine EU-Zulassung. Die Betriebe C und E waren weniger als 10 Jahre alt, während die anderen Betriebe älter als 10 Jahre waren. Die Schlachtleistungen der einzelnen Betriebe im Jahre 2003 sind in Tabelle 2 dargestellt.

In den Betrieben A, B, C und D wurden Schweine und Wiederkäuer (Rinder und Schafe), im Betrieb E jedoch nur Rinder geschlachtet. Die Schlachtung von grossen und kleinen Wiederkäuern wurde in den Betrieben A, B und C auf der gleichen Schlachtlinie, im Betrieb D jedoch auf einer separaten Schlachtlinie durchgeführt. In allen Betrieben erfolgte die Rinder- und Schweineschlachtung auf räumlich getrennten Schlachtlinien.

Tabelle 2: Schlachtleistung der fünf untersuchten Betriebe im Jahre 2003

	Schweine	Rinder	total
Betrieb A	7.6 Mio kg	6.7 Mio kg	14.3 Mio kg
Betrieb B	7.7 Mio kg	8.4 Mio kg	16.1 Mio kg
Betrieb C	7.6 Mio kg	7.0 Mio kg	14.6 Mio kg
Betrieb D	23.7 Mio kg	12.6 Mio kg	36.2 Mio kg
Betrieb E	-	16.3 Mio kg	16.3 Mio kg



Unterschiede im Ablauf der Schlachtprozesse in den verschiedenen Betrieben liessen sich hauptsächlich bei der Schweineschlachtung, insbesondere beim Brühen, feststellen. Betrieb A benutzte ein Bottichbrühverfahren mit täglichem Wechsel des Brühwassers, Betrieb B ein Kondensationsbrühverfahren mit Brauchwasser und die Betriebe C und D ein Kondensationsbrühverfahren mit Frischwasser.

#### **4.2. Datenerhebung**

Die Datenerhebung erfolgte über einen Zeitraum von insgesamt acht Monaten (Juni 03 bis Januar 04) und in den einzelnen Betrieben jeweils über einen Zeitraum von drei Monaten (Betrieb A: Juni bis August 03; Betrieb B: August bis Oktober 03; Betrieb C: September bis November 03; Betrieb D: November 03 bis Januar 04; Betrieb E: November 03 bis Januar 04).

Insgesamt wurden Proben von 800 Rinder- und 650 Schweineschlachttierkörpern in die Untersuchungen einbezogen. Dabei stammen jeweils Proben von 200 Rinder- und Schweineschlachttierkörpern aus dem Betrieb A, Proben von 150 Rinder- und Schweineschlachttierkörpern aus den Betrieben B, C und D sowie Proben von 150 Rinderschlachttierkörpern aus dem Betrieb E. Die Schlachttierkörper wurden an verschiedenen Wochentagen wechselnd ausgewählt und zwar unabhängig von Alter und Geschlecht aus der Gesamtzahl der in der zweiten Hälfte eines Arbeitstages geschlachteten Tiere gemäss den Vorgaben der Entscheidung 2001/471/EG t (Anonym, 2001).

#### **4.3. Probenentnahme**

Die Entnahme der Proben, die mikrobiologischen Untersuchungen sowie die Auswertung der Ergebnisse erfolgte grundsätzlich gemäss den Vorgaben der Entscheidung 2001/471/EG der EU-Kommission und der technischen Weisung 272.101.11 des BVET zur „Bestimmung des Oberflächenkeimgehaltes von Schlachttierkörpern in EU-zugelassenen Schlachtbetrieben im Sinne der Entscheidung 2001/471/EG“ (Anonym, 2001; Anonym, 2004).

Pro Tierkörper wurden jeweils die vier in der EU-Entscheidung 2001/471/EG vorgeschriebenen Probenentnahmestellen (Rind: Keule, Flanke, Unterbrust und Kamm; Schwein: Schinken, Rücken, Bauch und Backe) mittels Oberflächentupfer beprobt (Abbildung 1). Jede Probenentnahme umfasste jeweils 10 Tierkörper und fand innerhalb maximal drei Stunden nach dem Wiegen im Kühlraum statt.

Für die Probenentnahme wurde die Nass-Trockentupftechnik (NTT) angewendet. Dabei wurden sterile Wattetupfer (Greiner Bio-One, St. Gallen, CH) und zur exakten Begrenzung der Entnahmefläche auf 100 cm<sup>2</sup> pro Lokalisation sterile Einwegschaablonen (USDA-100 Template, 9408, BAG Med GmbH, Greppen, CH) verwendet. Jede Probenentnahmestelle wurde zunächst mit einem mit steriler 0.1% Pepton + 0.85% NaCl-Lösung getränkten und anschliessend mit einem trockenen Wattetupfer während einer Dauer von jeweils mindestens 20 Sekunden in allen Richtungen abgerieben. Die Proben jedes Schlachttierkörpers wurden unter Vermeidung zusätzlicher Kontaminationen in einen Stomacherbeutel (Stomacher 400 bags, Seward Ltd., London, UK) verbracht und als vertikale Poolprobe zusammengefasst. Die Tupfer wurden dabei so abgebrochen, dass das mit den Händen gefasste Ende vollständig zurückblieb. Der Transport und die Lagerung erfolgten gekühlt.

#### **4.4. Mikrobiologische Untersuchung**

Die Aufbereitung der Proben für die mikrobiologischen Untersuchungen erfolgte innerhalb zwei bis vier Stunden nach der Probenentnahme.

Zu jeder Poolprobe wurden 100 ml 0.1% Pepton + 0.85 % NaCl-Lösung hinzugefügt und diese anschliessend während 120 Sekunden in einem Stomacher (Stomacher Lab Blender 400 BA 7021, Seward Ltd.) homogenisiert.

Für die Keimzahlbestimmung wurde das Spiralplaterverfahren verwendet (Spiralplater Autoplate 4000, Spiral Biotech, Bethesda, USA). Zu Beginn erfolgte an jedem Untersuchungstag eine Ausstrichkontrolle. Die durchmischte, unverdünnte Probe (circa 5 ml) wurde in einen Einweg-Probebecher gefüllt und anschliessend 250 µl durch den Spiralplater aufgesogen.

Durch die Abgabe von 50 µl der aufgesogenen Probenflüssigkeit auf die Oberfläche der sich drehenden Agarplatten entstand eine spiralförmige Impflinie. Zwischen den Proben wurde die Pipette des Spiralplaters mit 70%-igem Alkohol und Aqua bidest gespült. Nach jeweils 10 Proben wurde eine Sterilkontrolle mitgeführt.

#### 4.4.1. Aerobe mesophile Gesamtkeimzahl (GKZ) und *Enterobacteriaceae*

Die Bestimmung der GKZ erfolgte auf Plate-Count-Agar (PC-Agar, Oxoid Ltd., Hampshire, UK) nach aerober Inkubation von 72 Stunden bei einer Temperatur von 30 °C. Der Gehalt an *Enterobacteriaceae* wurde auf Violet-Red-Bile Glucose-Agar (VRBG-Agar, BBL, Cockeysville, USA) nach einer Bebrütung unter anaeroben Verhältnissen von 48 Stunden bei einer Temperatur von 30 °C bestimmt.

Die Auswertung der bebrüteten Platten erfolgte durch Auszählen der Kolonie-bildenden Einheiten (KBE) mit einem Koloniezählgerät (Colony Counter CNW-325, Sanyo Gallenkamp PLC, Leicestershire, UK). Falls zu viel Wachstum vorlag, wurden auf den Platten Sektoren unterschiedlicher Grösse mit Hilfe der vom Hersteller gelieferten Sektorschablonen ausgezählt. Da die Menge der ausgestrichenen Probensuspension insgesamt sowie in den einzelnen Sektoren bekannt war (Tabelle 3), liess sich die Keimzahl aus der Anzahl der pro Sektor gewachsenen KBE anhand der unten aufgeführten Formel berechnen. Die Nachweisgrenze lag bei  $5.0 \times 10^0$  KBE/cm<sup>2</sup>.

Formel zur Berechnung der KBE/cm<sup>2</sup> bei Einsatz der Sektorschablonen:

$$\text{Anzahl KBE/cm}^2 = \frac{F}{A \times m}$$

A: mittels NTT beprobte Fläche pro Tierkörper in cm<sup>2</sup>  
(Poolprobe: 4 x 100 cm<sup>2</sup>)

F: Menge zugesetzter Verdünnungsflüssigkeit pro Poolprobe in ml  
(100 ml 0.1% Pepton + 0.85 % NaCl-Lösung)

m: ausgestrichene Probensuspension in den einzelnen Sektoren in ml

Tabelle 3: Menge der ausgestrichenen Probensuspension in den einzelnen Sektoren zur Berechnung der Anzahl KBE/cm<sup>2</sup>

Sektorschablone	Probensuspension
0	0.050 ml
13	0.030 ml
12	0.014 ml
11	0.009 ml
10	0.006 ml
9	0.003 ml
8	0.001 ml

Zur Auszählung gelangten auf dem PC-Agar alle Kolonien und auf dem VRBG-Agar violette Kolonien mit einem Durchmesser > 0.5 mm.

#### 4.5. Auswertung der Resultate

Die jeweils nach Tierarten aufgeschlüsselten mikrobiologischen Ergebnisse der an einem Probenentnahmetag untersuchten Tierkörper wurden als Balkendiagramm und die tagesdurchschnittlichen log<sub>10</sub>-Werte als Verlaufskurven der einzelnen Schlachtbetriebe sowie zusammengefasst für alle untersuchten Betriebe dargestellt. Die Berechnung der „tagesdurchschnittlichen log<sub>10</sub>-Werte“ richtete sich dabei nach den Vorgaben der technischen Weisung des BVET 272.101.11, indem der arithmetische Mittelwert der logarithmierten Keimzahl-Ergebnisse von jeweils an einem Tag beprobten Tierkörpern (n=10) berechnet wurde. Dabei wurden logarithmierten Ergebnisse unterhalb der Nachweisgrenze als Null angesehen. Zudem wurde bei den *Enterobacteriaceae* die Nachweishäufigkeit *Enterobacteriaceae*-positiver Proben ermittelt.

Eine Möglichkeit zu Aufzeichnung und Beurteilung tagesdurchschnittlicher  $\log_{10}$ -Werte bietet die Qualitätsregelkartentechnik. Berechnet wurden die betriebsspezifischen Grenzlinien der Qualitätsregelkarten (QRK) nach Formeln der Deutschen Gesellschaft für Qualität (Anonym, 1995b).

Dabei wurden die oberen und unteren Eingriffsgrenzen (OEG, UEG) sowie die oberen und unteren Warngrenzen (OWG, UWG) für Zufallstreubereiche von 95% respektive 80% berechnet (Tabelle 4). Üblicherweise werden die Grenzlinien so berechnet, dass die Stichprobenergebnisse mit einer Wahrscheinlichkeit von 95% innerhalb der Warngrenzen und mit einer Wahrscheinlichkeit von 99% innerhalb der Eingriffsgrenzen zu erwarten sind. In der Fleischhygiene hat es sich jedoch bewährt, Bereiche von 80% respektive 95% zu wählen (Dura et al., 1999; Purkl und Bülte, 2002).

Tabelle 4: Formeln zur Berechnung der Grenzlinien der Mittelwert- und Median-QRK bei einem Zufallsstreubereich von 80% respektive 95%

		Mittelwert-QRK	Median-QRK
Obere Eingriffsgrenze	OEG	$\mu + u_{0.975} \times \sigma_{\bar{X}}$	$\mu + u_{0.975} \times \sigma_{\bar{X}} \times c_n$
Obere Warngrenze	OWG	$\mu + u_{0.900} \times \sigma_{\bar{X}}$	$\mu + u_{0.900} \times \sigma_{\bar{X}} \times c_n$
Untere Warngrenze	UWG	$\mu - u_{0.100} \times \sigma_{\bar{X}}$	$\mu - u_{0.100} \times \sigma_{\bar{X}} \times c_n$
Untere Eingriffsgrenze	UEG	$\mu - u_{0.025} \times \sigma_{\bar{X}}$	$\mu - u_{0.025} \times \sigma_{\bar{X}} \times c_n$

$\mu$  Prozessmittelwert, geschätzt durch den arithmetischen Mittelwert der Keimzahl-Ergebnisse

$\sigma_{\bar{X}}$  Standardfehler der Stichprobenmittelwerte;  $\sigma_{\bar{X}} = \sigma / \sqrt{n}$ , wobei  $\sigma$  die Prozessstandardabweichung der Einzelwerte, geschätzt durch die Standardabweichung (s), darstellt

$u_{1-\alpha}$	oberes bzw. unteres $\alpha$ -Quantil der Standardnormalverteilung Warn Grenzen: 80%- Zufallsstreuungsbereich ( $u_{0.900}$ ; $u_{0.100}$ ) Eingriffsgrenzen: 95%- Zufallsstreuungsbereich ( $u_{0.975}$ ; $u_{0.025}$ )
$c_n$	stichprobenabhängiger Berechnungsfaktor, um den der Standardfehler des Medians grösser ist als der Standardfehler des arithmetischen Mittelwerts ( $c_{10}=1.176$ )
$n$	Stichprobenumfang ( $n=10$ )

Um die Resultate zwischen den einzelnen Betrieben zu vergleichen, wurden die logarithmierten Keimzahlergebnisse als Boxplot dargestellt. Diese Darstellung ermöglicht eine einfache Ablesung des Medians (Zentralwert), der Quartile (50%-Bereich, Quartilabstand), des 5. und 95. Percentils (90%-Bereich) sowie der Extremwerte (Eggenberger und Thun, 1984).

#### 4.5.1. Statistische Auswertung

Die in der mikrobiologischen Untersuchung ermittelten Keimzahl-Ergebnisse von Tierkörpern wurden für die statistische Auswertung in  $\log_{10}$ -Werte transformiert und unter Anwendung der statistischen Software WinStat (R. Fitch Software, Staufen, D) getrennt für Rinder- und Schweineschlachttierkörper analysiert. Bei allen statistischen Tests wurde das Signifikanzniveau auf  $\alpha=0.05$  festgelegt.

Zur Evaluation von signifikanten Unterschieden in der GKZ-Höhe (Einzelwerte und tagesdurchschnittliche  $\log_{10}$ -Werte) zwischen den verschiedenen Betrieben wurde eine Varianzanalyse (analysis of variance, ANOVA) und bei signifikantem Ergebnis der Bonferroni Folgetest für Paarvergleiche durchgeführt.

Unterschiede in der Prävalenz von *Enterobacteriaceae* zwischen Rinder- und Schweineschlachttierkörpern wurden mittels Chi-Quadrat-Test (Vierfeldtest) auf Signifikanz geprüft.

Für die Überprüfung einer Beziehung zwischen der GKZ und der *Enterobacteriaceae*-Zahl der einzelnen Tierkörper sowie der tagesdurchschnittlichen  $\log_{10}$ -Werte wurden Korrelationskoeffizienten und das Bestimmtheitsmass ermittelt.

Beim Korrelationskoeffizient, welcher den Zusammenhang zwischen zwei Merkmalen misst, ist zwischen dem Korrelationskoeffizient ( $r$ ) nach Pearson sowie dem Rangkorrelationskoeffizient ( $r_s$ ) nach Spearman, der robust gegenüber Extremwerten ist, zu unterscheiden. Ist der berechnete Korrelationskoeffizient grösser als ein vom Stichprobenumfang und dem Signifikanzniveau abhängiger Tabellenwert, besteht eine signifikante Korrelation (Thrusfield, 1995).

Das Bestimmtheitsmass ( $B$ ) entspricht dem Quadrat des Korrelationskoeffizienten und gibt den Anteil der Varianz der Zielgrösse an, der mit der Abhängigkeit der Einflussgrösse erklärt werden kann.

Vom *Enterobacteriaceae*-Nachweis respektive von der untersuchten Tierart abhängige Unterschiede in der GKZ-Höhe (Einzelwerte und tagesdurchschnittliche  $\log_{10}$ -Werte) wurden mit dem t-Test für ungepaarte Stichproben analysiert.

## 5. Ergebnisse

### 5.1. Mikrobiologische Untersuchungen von Schlachttierkörpern

#### 5.1.1. Aerobe mesophile Gesamtkeimzahl (GKZ)

##### 5.1.1.1. GKZ-Einzelergebnisse der an einem Tag untersuchten Schlachttierkörper geordnet nach Betrieben

Ein Balkendiagramm bietet eine für den Schlachtbetrieb aussagekräftige Darstellung der GKZ-Ergebnisse, der an einem Probenentnahmetag untersuchten Schlachttierkörper. Die Abbildungen 2 bis 10 zeigen beispielhaft die in nicht-logarithmischer Form aufgeführten Ergebnisse eines zufällig ausgewählten Probenentnahmetages von Rinderschlachttierkörpern sowie von Schweineschlachttierkörpern aus den jeweiligen Betrieben.

Für die aufgeführten Probenentnahmetage lagen die GKZ-Ergebnisse von Rinderschlachttierkörpern zwischen  $1.5 \times 10^1$  KBE/cm<sup>2</sup> im Betrieb E und  $7.5 \times 10^3$  KBE/cm<sup>2</sup> im Betrieb A und von Schweineschlachttierkörper zwischen  $4.0 \times 10^1$  KBE/cm<sup>2</sup> im Betrieb C und  $1.4 \times 10^4$  KBE/cm<sup>2</sup> im Betrieb D (Tabelle 5 und 6).

Tabelle 5: Minimal- und Maximalwerte der GKZ-Ergebnisse eines ausgewählten Probenentnahmetages von 10 Rinderschlachttierkörpern der Betriebe A bis E

	Minimalwert (KBE/cm <sup>2</sup> )	Maximalwert (KBE/cm <sup>2</sup> )
Betrieb A	$2.2 \times 10^2$	$7.5 \times 10^3$
Betrieb B	$2.5 \times 10^1$	$8.7 \times 10^2$
Betrieb C	$5.5 \times 10^1$	$8.2 \times 10^2$
Betrieb D	$1.0 \times 10^2$	$3.4 \times 10^3$
Betrieb E	$1.5 \times 10^1$	$8.2 \times 10^2$



Tabelle 6: Minimal- und Maximalwerte der GKZ-Ergebnisse eines ausgewählten Probenentnahmetages von 10 Schweineschlachttierkörpern der Betriebe A bis D

	Minimum (KBE/cm <sup>2</sup> )	Maximum (KBE/cm <sup>2</sup> )
Betrieb A	$4.7 \times 10^2$	$4.8 \times 10^3$
Betrieb B	$3.4 \times 10^2$	$4.1 \times 10^3$
Betrieb C	$4.0 \times 10^1$	$1.3 \times 10^3$
Betrieb D	$2.0 \times 10^3$	$1.4 \times 10^4$

#### 5.1.1.2. GKZ-Einzelergebnisse von Rinder- und Schweineschlachttierkörpern geordnet nach Betrieben

Die logarithmierten GKZ-Ergebnisse der gesamten Beprobungsperiode wurden geordnet nach Betrieben als Verlaufskurve für Rinderschlachttierkörper (Abbildungen 11 bis 15) und Schweinschlachttierkörper (Abbildungen 16 bis 19) dargestellt.

Insgesamt lagen die GKZ-Ergebnisse von **Rinderschlachttierkörpern** zwischen  $0.7 \log_{10}$  KBE/cm<sup>2</sup> im Betrieb E und  $4.6 \log_{10}$  KBE/cm<sup>2</sup> im Betrieb D (Tabelle 7). Am höchsten lag der Mittelwert der logarithmierten GKZ im Betrieb D ( $3.1 \log_{10}$  KBE/cm<sup>2</sup>) und am tiefsten im Betrieb E ( $2.1 \log_{10}$  KBE/cm<sup>2</sup>). Die Streuung der Keimzahlen schwankte innerhalb der jeweiligen Betriebe zwischen 2.7 log<sub>10</sub>-Stufen im Betrieb D und 3.2 log<sub>10</sub>-Stufen in den Betrieben C und E.

Tabelle 7: Minimum, Maximum und Mittelwert der GKZ-Ergebnisse ( $\log_{10}$  KBE/cm<sup>2</sup>) von Rinderschlachttierkörpern der Betriebe A bis E

		Minimum ( $\log_{10}$ KBE/cm <sup>2</sup> )	Maximum ( $\log_{10}$ KBE/cm <sup>2</sup> )	Mittelwert ( $\log_{10}$ KBE/cm <sup>2</sup> )
Betrieb A	(n= 200)	1.7	4.5	3.0
Betrieb B	(n= 150)	1.4	4.3	2.7
Betrieb C	(n= 150)	1.0	4.2	2.6
Betrieb D	(n= 150)	1.9	4.6	3.1
Betrieb E	(n= 150)	0.7	3.9	2.1

Insgesamt lagen die GKZ-Ergebnisse von **Schweineschlachttierkörpern** zwischen 0.7  $\log_{10}$  KBE/cm<sup>2</sup> im Betrieb C und 4.3  $\log_{10}$  KBE/cm<sup>2</sup> im Betrieb A (Tabelle 8). Am höchsten lag der Mittelwert der logarithmierten GKZ im Betrieb D (3.7  $\log_{10}$  KBE/cm<sup>2</sup>) und am tiefsten im Betrieb C (2.2  $\log_{10}$  KBE/cm<sup>2</sup>). Die Streuung der Keimzahlen schwankte innerhalb der jeweiligen Betriebe zwischen 1.8  $\log_{10}$ -Stufen (Betrieb D) und 3.0  $\log_{10}$ -Stufen (Betrieb C).

Tabelle 8: Minimum, Maximum und Mittelwert der GKZ-Ergebnisse ( $\log_{10}$  KBE/cm<sup>2</sup>) von Schweineschlachttierkörpern der Betriebe A bis D

		Minimum ( $\log_{10}$ KBE/cm <sup>2</sup> )	Maximum ( $\log_{10}$ KBE/cm <sup>2</sup> )	Mittelwert ( $\log_{10}$ KBE/cm <sup>2</sup> )
Betrieb A	(n= 200)	1.5	4.3	2.9
Betrieb B	(n= 150)	1.3	3.7	2.4
Betrieb C	(n= 150)	0.7	3.7	2.2
Betrieb D	(n= 150)	2.4	4.2	3.7

### 5.1.1.3. Betriebsübergreifende Darstellung und Auswertung der GKZ-Einzelergebnisse von Rinder- und Schweineschlachttierkörpern

Die betriebsübergreifende Darstellung der nach Tierarten geordneten GKZ-Ergebnisse in Form einer „Verlaufskurve“ erlaubt es, neben den grossen individuellen Streuungen auch Unterschiede in den GKZ-Ergebnissen zwischen den Betrieben zu erkennen (Abbildungen 20 und 21).

Für **Rinderschlachttierkörper** lagen insgesamt 95% der GKZ-Ergebnisse zwischen 1.4 und 4.1  $\log_{10}$  KBE/cm<sup>2</sup> und 80% der Werte zwischen 1.9 und 3.7  $\log_{10}$  KBE/cm<sup>2</sup> (Tabelle 9). Jedoch zeigten sich zwischen den Schlachthöfen deutliche Unterschiede bezüglich der Lage des 2.5., 10., 90. und 97.5. Percentils. Innerhalb der Betriebe belief sich der 95%-Bereich auf 2.2 (Betrieb B) bis 2.5  $\log_{10}$ -Stufen (Betrieb E) und der 80%-Bereich auf 1.3 (Betrieb B) bis 1.7  $\log_{10}$ -Stufen (Betrieb C).

Tabelle 9: 2.5., 10., 90. und 97.5. Percentil der logarithmierten GKZ-Ergebnisse von Rinderschlachttierkörpern

	2.5. Percentil	10. Percentil	90. Percentil	97.5. Percentil
Betrieb A (n=200)	1.95	2.34	3.79	4.20
Betrieb B (n=150)	1.78	2.08	3.37	3.95
Betrieb C (n=150)	1.65	2.00	3.68	3.99
Betrieb D (n=150)	2.00	2.33	3.97	4.39
Betrieb E (n=150)	0.95	1.36	2.74	3.40
Betriebsübergreifend	1.40	1.93	3.68	4.12

Für **Schweineschlachttierkörper** lagen insgesamt 95% der GKZ-Ergebnisse zwischen 1.3 und 4.0  $\log_{10}$  KBE/cm<sup>2</sup> und 80% der Werte zwischen 1.8 und 3.8  $\log_{10}$  KBE/cm<sup>2</sup> (Tabelle 10). Innerhalb der Betriebe belief sich der 95%-Bereich auf 1.1 (Betrieb D) bis 2.5  $\log_{10}$ -Stufen (Betrieb C) und der 80%-Bereich auf 0.6 (Betrieb D) bis 1.8  $\log_{10}$ -Stufen (Betrieb C).

Tabelle 10: 2.5., 10., 90. und 97.5. Percentils der logarithmierten GKZ-Ergebnisse von Schweineschlachttierkörpern

	2.5. Percentil	10. Percentil	90. Percentil	97.5. Percentil
Betrieb A (n=200)	1.90	2.26	3.58	3.83
Betrieb B (n=150)	1.60	1.80	3.07	3.56
Betrieb C (n=150)	1.00	1.30	3.12	3.53
Betrieb D (n=150)	3.01	3.36	3.96	4.07
Betriebsübergreifend	1.30	1.77	3.79	3.99

Zum direkten Vergleich der GKZ-Ergebnisse zwischen den untersuchten Betrieben wurden einerseits die Keimzahlen getrennt für Rinder- und Schweineschlachttierkörper als Boxplot dargestellt (Abbildungen 22 und 23) und andererseits betriebspezifische Unterschiede in der GKZ-Höhe statistisch (ANOVA, Bonferroni Folgetest) analysiert.

Der Median der GKZ-Ergebnisse von **Rinderschlachttierkörpern** lag am höchsten im Betrieb D (3.0  $\log_{10}$  KBE/cm<sup>2</sup>), am tiefsten im Betrieb E (2.2  $\log_{10}$  KBE/cm<sup>2</sup>) und betriebsübergreifend bei 2.7  $\log_{10}$  KBE/cm<sup>2</sup> (Tabelle 11).

Tabelle 11: Median, 50%- und 90%-Bereiche der logarithmierten GKZ-Ergebnisse von Rinderschlachttierkörpern

	90%-Bereich (log <sub>10</sub> -Stufen)	50%-Bereich (log <sub>10</sub> -Stufen)	Median (log <sub>10</sub> KBE/cm <sup>2</sup> )
Betrieb A	1.94	0.72	2.99
Betrieb B	1.90	0.69	2.59
Betrieb C	2.16	0.71	2.67
Betrieb D	2.03	0.87	3.04
Betrieb E	1.92	0.67	2.18
Betriebsübergreifend	2.23	0.86	2.66

Dabei lagen betriebsübergreifend 90% der GKZ-Ergebnisse zwischen 1.7 und 3.9 log<sub>10</sub> KBE/cm<sup>2</sup> und 50% der GKZ-Ergebnisse zwischen 2.3 und 3.2 log<sub>10</sub> KBE/cm<sup>2</sup>. Innerhalb der Betriebe belief sich der 90%-Bereich auf 1.9 (Betriebe A und E) bis 2.0 log<sub>10</sub>-Stufen (Betrieb D) und der Quartilabstand (50%-Bereich) auf 0.7 (Betriebe A, B, und C) bis 0.9 log<sub>10</sub>-Stufen (Betrieb D).

Mittels der ANOVA erwiesen sich Unterschiede in den GKZ-Höhen zwischen den Betrieben als statistisch signifikant. Der Bonferroni Folgttest für Paarvergleiche ergab, dass sich die GKZ-Höhen zwischen den meisten Betrieben signifikant unterschieden. Einzig der Vergleich der GKZ-Ergebnisse zwischen den Betrieben A und D respektive B und C ergab keine signifikanten Unterschiede.

Der Median der GKZ-Ergebnisse von **Schweineschlachttierkörpern** lag am höchsten im Betrieb D (3.7 log<sub>10</sub> KBE/cm<sup>2</sup>), am tiefsten im Betrieb C (2.2 log<sub>10</sub> KBE/cm<sup>2</sup>) und betriebsübergreifend bei 2.9 log<sub>10</sub> KBE/cm<sup>2</sup> (Tabelle 12).

Tabelle 12: Median, 50%- und 90%-Bereiche der logarithmierten GKZ-Ergebnisse von Schweineschlachttierkörpern

	90%-Bereich (log <sub>10</sub> -Stufen)	50%-Bereich (log <sub>10</sub> -Stufen)	Median (log <sub>10</sub> KBE/cm <sup>2</sup> )
Betrieb A	1.64	0.64	2.93
Betrieb B	1.67	0.75	2.44
Betrieb C	2.13	1.07	2.19
Betrieb D	0.85	0.29	3.74
Betriebsübergreifend	2.34	1.17	2.86

Dabei lagen betriebsübergreifend 90% der GKZ-Ergebnisse zwischen 1.5 und 3.9 log<sub>10</sub> KBE/cm<sup>2</sup> und 50% der GKZ-Ergebnisse zwischen 2.3 und 3.4 log<sub>10</sub> KBE/cm<sup>2</sup>. Innerhalb der Betriebe belief sich der 90%-Bereich auf 0.9 (Betrieb D) bis 2.1 log<sub>10</sub>-Stufen (Betrieb C) und der Quartilabstand (50%-Bereich) auf 0.3 (Betrieb D) bis 1.1 log<sub>10</sub>-Stufen (Betrieb C). Auffällig waren insbesondere die im Vergleich zu den anderen Betrieben „engen“ 50%- und 90%-Bereiche im Betrieb D.

Mittels der ANOVA erwiesen sich die Unterschiede in den GKZ-Höhen zwischen den Betrieben als statistisch signifikant. Der Bonferroni Folgttest (Paarvergleich) ergab, dass sich die GKZ-Höhen zwischen allen Betrieben signifikant unterschieden.

Statistisch erwiesen sich die Unterschiede in den Keimzahlen zwischen Rinder- und Schweineschlachttierkörpern mittels t-Test für ungepaarte Stichproben betriebsübergreifend als nicht signifikant, obwohl die Ergebnisse von Rinder- und Schweineschlachttierkörpern in den Betrieben B, C und D sich signifikant unterschieden. Dabei wiesen die Proben von Rinderschlachttierkörpern, mit Ausnahme der Proben aus dem Betrieb D, höhere GKZ-Ergebnisse auf.

#### 5.1.1.4. Verlaufskurven der tagesdurchschnittlichen $\log_{10}$ -Werte der GKZ-Ergebnisse von Rinder- und Schweineschlachttierkörpern

Die Aufzeichnung der tagesdurchschnittlichen  $\log_{10}$ -Werte der GKZ-Ergebnisse als Verlaufskurve entspricht der von der Entscheidung 2001/471/EG sowie der von der technischen Weisung des BVET 272.101.11 geforderten Darstellungsart (Anonym, 2001; Anonym, 2004).

Die beispielhaft aufgeführten Verlaufskurven der tagesdurchschnittlichen  $\log_{10}$ -Werte der GKZ-Ergebnisse (Stichprobenumfang pro Tag und Tierart:  $n=10$ ) von Rinder- und Schweineschlachttierkörpern des Betriebes A sind aus den Abbildungen 24 und 25 ersichtlich. Die entsprechenden Darstellungen aller untersuchten Betriebe sind in Form von betriebsübergreifenden Verlaufskurven dargestellt (Abbildungen 26 und 27).

Die tagesdurchschnittlichen  $\log_{10}$ -Werte der GKZ-Ergebnisse von **Rinderschlachttierkörpern** lagen insgesamt zwischen  $1.5 \log_{10}$  KBE/cm<sup>2</sup> im Betrieb E und  $4.0 \log_{10}$  KBE/cm<sup>2</sup> im Betrieb A (Tabelle 13). Innerhalb der Betriebe lag die Streuung der tagesdurchschnittlichen  $\log_{10}$ -Werte zwischen 1.1  $\log_{10}$ -Stufen im Betrieb E und 1.5  $\log_{10}$ -Stufen im Betrieb D.

Die tagesdurchschnittlichen  $\log_{10}$ -Werte der GKZ-Ergebnisse von **Schweineschlachttierkörpern** lagen zwischen  $1.6 \log_{10}$  KBE/cm<sup>2</sup> im Betrieb C und  $3.9 \log_{10}$  KBE/cm<sup>2</sup> im Betrieb D (Tabelle 13). Innerhalb der Betriebe lag die Streuung der tagesdurchschnittlichen  $\log_{10}$ -Werte zwischen 0.4  $\log_{10}$ -Stufen im Betrieb D und 1.2  $\log_{10}$ -Stufen im Betrieb C.

Tabelle 13: Minimum, Maximum und Mittelwert der tagesdurchschnittlichen  $\log_{10}$ -Werte der GKZ-Ergebnisse von Rinder- und Schweineschlachttierkörpern geordnet nach Betrieben

	Rinderschlachttierkörper		Schweineschlachttierkörper	
	Minimum ( $\log_{10}$ KBE/cm <sup>2</sup> )	Maximum ( $\log_{10}$ KBE/cm <sup>2</sup> )	Minimum ( $\log_{10}$ KBE/cm <sup>2</sup> )	Maximum ( $\log_{10}$ KBE/cm <sup>2</sup> )
Betrieb A	2.6	4.0	2.3	3.3
Betrieb B	2.3	3.6	1.9	2.9
Betrieb C	2.1	3.3	1.6	2.8
Betrieb D	2.4	3.9	3.5	3.9
Betrieb E	1.5	2.6	-	-

#### 5.1.1.5. Grenzklinien betriebsspezifischer Qualitätsregelkarten der GKZ-Ergebnisse von Rinder- und Schweineschlachttierkörpern

Basierend auf den GKZ-Ergebnissen von Rinder- und Schweineschlachttierkörpern wurden für die einzelnen Betriebe die Grenzklinien für Mittelwert-Qualitätsregelkarten (QRK) berechnet.

Die betriebsspezifischen oberen und unteren Eingriffsgrenzen (OEG/UEG), die oberen und unteren Warngrenzen (OWG/UWG) sowie die Mittellinien ( $\mu$ ) für die Mittelwert-QRK (tagesdurchschnittliche  $\log_{10}$ -Werte) von Rinderschlachttierkörpern sind in Tabelle 14 und von Schweineschlachttierkörpern in Tabelle 15 dargestellt.



Tabelle 14: Grenzlinien der Mittelwert-Qualitätsregelkarten der GKZ-Ergebnisse von Rinderschlachttierkörpern der Betriebe A bis E

	OEG	UEG	OWG	UWG	$\mu$
Betrieb A	3.32	2.70	3.21	2.81	3.01
Betrieb B	2.97	2.39	2.87	2.49	2.68
Betrieb C	2.88	2.36	2.80	2.44	2.62
Betrieb D	3.42	2.78	3.31	2.89	3.10
Betrieb E	2.44	1.78	2.33	1.89	2.11

OEG: obere Eingriffsgrenze

OWG: obere Warngrenze

UEG: untere Eingriffsgrenze

UWG: untere Warngrenze

 $\mu$ : Mittellinie (Prozessmittelwert)

Tabelle 15: Grenzlinien der Mittelwert-Qualitätsregelkarten der GKZ-Ergebnisse von Schweineschlachttierkörpern der Betriebe A bis D

	OEG	UEG	OWG	UWG	$\mu$
Betrieb A	3.22	2.64	3.12	2.74	2.93
Betrieb B	2.65	2.17	2.57	2.25	2.41
Betrieb C	2.48	1.88	2.38	1.98	2.18
Betrieb D	3.82	3.58	3.78	3.62	3.70

OEG: obere Eingriffsgrenze

OWG: obere Warngrenze

UEG: untere Eingriffsgrenze

UWG: untere Warngrenze

 $\mu$ : Mittellinie (Prozessmittelwert)

Im Vergleich zwischen den Betrieben zeigten sich deutliche Unterschiede in der Lage der Grenzlinien. Die höchsten oberen Grenzlinien (OEG, OWG) für die tagesdurchschnittlichen  $\log_{10}$ -Werte der GKZ-Ergebnisse von Rinder- und Schweineschlachttierkörpern wurde im Betrieb D und die niedrigsten oberen Grenzlinien (OEG, OWG) von Rinderschlachttierkörper im Betrieb E sowie für Schweineschlachttierkörper im Betrieb C festgestellt. Unter Berücksichtigung, dass im Betrieb E nur Rinder geschlachtet wurden und daher keine vergleichbaren Werte für die Schweineschlachtung vorlagen, stimmten die Betriebe mit den tiefsten oberen Grenzlinien für Rinder- und Schweineschlachttierkörper überein (Betrieb C).

### **QRK von Rinderschlachttierkörpern**

Im Betrieb A wurde in der Mittelwert-QRK der GKZ-Ergebnisse (tagesdurchschnittliche  $\log_{10}$ -Werte) die OEG zweimal deutlich (Werte 3 und 16) und die OWG einmal (Wert 17) überschritten, während die UEG dreimal (Werte 1, 11 und 14) und die UWG einmal (Wert 9) unterschritten wurden (Abbildung 28).

Im Betrieb B wurde in der Mittelwert-QRK der GKZ-Ergebnisse die OEG einmal sehr deutlich (Wert 9) und die OWG zweimal (Werte 8 und 10) überschritten, während die unteren Grenzlinien jeweils zweimal unterschritten wurden (Abbildung 29).

Im Betrieb C wurde die OEG zweimal (Werte 1 und 11) und die OWG einmal (Wert 14) überschritten (Abbildung 30). Die unteren Grenzlinien wurden jeweils zweimal unterschritten.

Im Betrieb D wurde die OEG zweimal (Werte 10 und 13) und die OWG ebenfalls zweimal (Werte 11 und 12) überschritten, während die UEG zweimal (Werte 2 und 4) und die UWG zweimal (Werte 7 und 14) unterschritten wurden (Abbildung 31).

Im Betrieb E wurde die OEG einmal (Wert 8) überschritten, während die UEG einmal (Wert 11) und die UWG dreimal (Werte 5, 9 und 15) unterschritten wurde (Abbildung 32).

**QRK von Schweineschlachttierkörpern:**

Im Betrieb A wurde in der Mittelwert-QRK der GKZ-Ergebnisse (tagesdurchschnittliche  $\log_{10}$ -Werte) die OEG zweimal knapp (Werte 1 und 15) und die OWG einmal (Wert 7) überschritten, während die UEG und die UWG jeweils zweimal unterschritten wurde (Abbildung 33).

Im Betrieb B wurde in der Mittelwert-QRK der GKZ-Ergebnisse die OEG dreimal (Werte 1, 2 und 9) und die OWG ebenfalls dreimal (Werte 10, 14 und 15) überschritten (Abbildung 34). Die UEG wurde viermal (Werte 3, 4, 6 und 8) unterschritten. Auffällig war, dass nur fünf tagesdurchschnittliche  $\log_{10}$ -Werte innerhalb des Zufallsstrebereichs von 80% lagen.

Im Betrieb C wurde die OEG einmal (Wert 1) und die OWG einmal (Wert 4) überschritten (Abbildung 35). Die UEG und die UWG wurden jeweils zweimal unterschritten.

Im Betrieb D wurde die OEG zweimal (Werte 2 und 13) und die OWG ebenfalls zweimal (Werte 1 und 5) überschritten, während die UEG zweimal und die UWG dreimal unterschritten wurde (Abbildung 36).

**5.1.1.6. Betriebsübergreifende Darstellung und Auswertung tagesdurchschnittlicher  $\log_{10}$ -Werte der GKZ-Ergebnisse von Rinder- und Schweineschlachttierkörpern**

Zur Evaluierung der gemäss der EU-Entscheidung 2001/471/EG geforderten betriebsübergreifenden, auf den tagesdurchschnittlichen  $\log_{10}$ -Werten basierenden Grenzlinien zur Einteilung der Keimzahlergebnisse in die Kategorien „annehmbar“, „kritisch“ und „unannehmbar“ wurden alle tagesdurchschnittlichen  $\log_{10}$ -Werte betriebsübergreifend zusammengefasst. Die Auswertungen erfolgten stets getrennt für Rinder- und Schweineschlachttierkörper.

Zu diesem Zweck wurden in einem ersten Schritt die tagesdurchschnittlichen  $\log_{10}$ -Werte der GKZ-Ergebnisse von Rinder- und Schweineschlachttierkörpern in einer „Verlaufskurve“ zusammengefasst (Abbildungen 26 und 27).

Der 95%-Bereich der tagesdurchschnittlichen  $\log_{10}$ -Werte der GKZ-Ergebnisse von Rinderschlachttierkörpern belief sich insgesamt auf 2.1  $\log_{10}$ -Stufen und von Schweineschlachttierkörpern auf 2.2  $\log_{10}$ -Stufen sowie der 80%-Bereich von Rinderschlachttierkörpern auf 1.1  $\log_{10}$ -Stufen und von Schweineschlachttierkörpern auf 1.6  $\log_{10}$ -Stufen (Tabelle 16).

Tabelle 16: Betriebsübergreifende Percentile (2.5., 10., 90., 97.5.) der tagesdurchschnittlichen  $\log_{10}$ -Werte der GKZ-Ergebnisse

	2.5. Percentil	10. Percentil	90. Percentil	97.5. Percentil
Rinderschlachttierkörper	1.82	2.15	3.29	3.94
Schweineschlachttierkörper	1.69	2.10	3.73	3.84

Mittels der ANOVA erwiesen sich die Unterschiede in den tagesdurchschnittlichen  $\log_{10}$ -Werten der GKZ-Ergebnisse von Rinder- und Schweineschlachttierkörpern zwischen den Betrieben als statistisch signifikant. Der Bonferroni Folgttest (Paarvergleich) ergab, dass sich die tagesdurchschnittlichen  $\log_{10}$ -Werten der GKZ-Ergebnisse von Rinderschlachttierkörpern zwischen den Betrieben A und B, A und C, A und E, B und D, B und E, C und D, C und E sowie D und E respektive von Schweineschlachttierkörpern zwischen den Betrieben A und B, A und C, A und D, B und D sowie C und D signifikant unterschieden.

Statistisch erwiesen sich die Unterschiede in den tagesdurchschnittlichen  $\log_{10}$ -Werten der GKZ-Ergebnisse zwischen Rinder- und Schweineschlachttierkörpern mittels t-Test für ungepaarte Stichproben betriebsübergreifend als nicht signifikant, wenn sich auch die Ergebnisse von Rinder- und Schweineschlachttierkörpern im Betrieb D signifikant unterschieden. Dabei wiesen die Proben von Schweineschlachttierkörpern aus dem Betrieb D im Vergleich zu denjenigen von Rinderschlachttierkörpern höhere tagesdurchschnittliche  $\log_{10}$ -Werte der GKZ-Ergebnisse auf.

### 5.1.2. *Enterobacteriaceae*

Zur Bestimmung der *Enterobacteriaceae* wurden analog zur Auswertung der aeroben mesophilen GKZ die *Enterobacteriaceae*-Zahlen der einzelnen Tierkörper und die tagesdurchschnittlichen  $\log_{10}$ -Werte ermittelt und ausgewertet sowie die *Enterobacteriaceae*-Prävalenz von Rinder- und Schweineschlachttierkörpern in den untersuchten Betrieben bestimmt und verglichen.

#### 5.1.2.1. *Enterobacteriaceae*-Zahlen

##### 5.1.2.1.1. *Enterobacteriaceae*-Einzelergebnisse von Rinder- und Schweineschlachttierkörpern geordnet nach Betrieben

Insgesamt lagen die logarithmierten *Enterobacteriaceae*-Ergebnisse von **Rinderschlachttierkörpern** zwischen Werten unterhalb der Nachweisgrenze und  $3.8 \log_{10}$  KBE/cm<sup>2</sup> im Betrieb C (Tabelle 17). Zur Berechnung der aufgeführten Mittelwerte wurden Ergebnisse unter der Nachweisgrenze als Null angesehen.

Tabelle 17: Minimum, Maximum und Mittelwert der *Enterobacteriaceae*-Zahlen ( $\log_{10}$  KBE/cm<sup>2</sup>) von Rinderschlachttierkörpern der Betriebe A bis E

		Minimum ( $\log_{10}$ KBE/cm <sup>2</sup> )	Maximum ( $\log_{10}$ KBE/cm <sup>2</sup> )	Mittelwert ( $\log_{10}$ KBE/cm <sup>2</sup> )
Betrieb A	(n= 200)	Ø	3.3	0.4
Betrieb B	(n= 150)	Ø	1.7	0.2
Betrieb C	(n= 150)	Ø	3.8	0.6
Betrieb D	(n= 150)	Ø	2.3	0.3
Betrieb E	(n= 150)	Ø	1.7	0.2

Ø: < Nachweisgrenze

Die Häufigkeitsverteilungen der *Enterobacteriaceae*-Ergebnisse von *Enterobacteriaceae*-positiven Proben sind aus den Abbildungen 37 bis 41 ersichtlich. Der überwiegende Anteil der *Enterobacteriaceae*-Keimzahlen lag in den Betrieben B, D und E im Bereich von 0.5 bis  $1.0 \log_{10} \text{KBE/cm}^2$ , während in den Betrieben A und C der überwiegende Anteil im Bereich zwischen 0.5 und  $1.5 \log_{10} \text{KBE/cm}^2$  lag.

Zumeist wurden geringe *Enterobacteriaceae*-Zahlen gefunden. In den beiden letztgenannten Betrieben lagen die höchsten Werte in einem Bereich von 3.0 bis  $3.5 \log_{10} \text{KBE/cm}^2$  (Betrieb A) respektive 3.5 bis  $4.0 \log_{10} \text{KBE/cm}^2$  (Betrieb C). Werte  $> 3.0 \log_{10} \text{KBE/cm}^2$  wurden im Betrieb A nur in zwei und im Betrieb C in acht sowie in den anderen Betrieben in keiner der untersuchten Proben gefunden.

Die logarithmierten *Enterobacteriaceae*-Ergebnisse von **Schweineschlachttierkörpern** lagen zwischen Werten unterhalb der Nachweisgrenze und  $3.1 \log_{10} \text{KBE/cm}^2$  im Betrieb C (Tabelle 18).

Die Häufigkeitsverteilungen der *Enterobacteriaceae*-Ergebnisse von *Enterobacteriaceae*-positiven Proben sind aus den Abbildungen 42 bis 45 ersichtlich. Der überwiegende Anteil der *Enterobacteriaceae*-Keimzahlen lag in den Betrieben A und D im Bereich von 0.5 bis  $1.0 \log_{10} \text{KBE/cm}^2$ , während in den Betrieben B und C der überwiegende Anteil im Bereich zwischen 0.5 und  $1.5 \log_{10} \text{KBE/cm}^2$  lag. Werte von mehr als  $3.0 \log_{10} \text{KBE/cm}^2$  wurden im Betrieb C nur in einer sowie in den anderen Betrieben in keiner der untersuchten Proben gefunden. Auffällig war, dass im Betrieb C ein beachtlicher Anteil der Werte in einem Bereich zwischen 1.5 und  $2.5 \log_{10} \text{KBE/cm}^2$  lag.

Tabelle 18: Minimum, Maximum und Mittelwert der *Enterobacteriaceae*-Zahlen ( $\log_{10}$  KBE/cm<sup>2</sup>) von Schweineschlachttierkörpern der Betriebe A bis D

		Minimum ( $\log_{10}$ KBE/cm <sup>2</sup> )	Maximum ( $\log_{10}$ KBE/cm <sup>2</sup> )	Mittelwert ( $\log_{10}$ KBE/cm <sup>2</sup> )
Betrieb A	(n= 200)	Ø	2.5	0.08
Betrieb B	(n= 150)	Ø	1.2	0.04
Betrieb C	(n= 150)	Ø	3.1	0.42
Betrieb D	(n= 150)	Ø	2.6	0.33

Ø: < Nachweisgrenze

#### 5.1.2.1.2. Betriebsübergreifende Darstellung und Auswertung der *Enterobacteriaceae*-Einzelergebnisse von Rinder- und Schweineschlachttierkörpern

Für **Rinderschlachttierkörper** lag der 90. Percentil betriebsübergreifend bei 1.2  $\log_{10}$  KBE/cm<sup>2</sup> und der 97.5. Percentil betriebsübergreifend bei 1.7  $\log_{10}$  KBE/cm<sup>2</sup> (Tabelle 19). Insgesamt lagen 27 (3.4%) respektive 9 (1.1%) der *Enterobacteriaceae*-Ergebnisse über 2.0  $\log_{10}$  KBE/cm<sup>2</sup> respektive über 3.0  $\log_{10}$  KBE/cm<sup>2</sup>.

Für **Schweineschlachttierkörper** lag der 90. Percentil betriebsübergreifend bei 1.0  $\log_{10}$  KBE/cm<sup>2</sup> und der 97.5. Percentil betriebsübergreifend bei 2.0  $\log_{10}$  KBE/cm<sup>2</sup> (Tabelle 19). Insgesamt lagen nur 13 (2.0%) respektive 1 (0.2%) der *Enterobacteriaceae*-Ergebnisse über 2.0  $\log_{10}$  KBE/cm<sup>2</sup> respektive über 3.0  $\log_{10}$  KBE/cm<sup>2</sup>.

Tabelle 19: 90. und 97.5. Percentil der *Enterobacteriaceae*-Zahlen ( $\log_{10}$ ) von Rinder- und Schweineschlachttierkörpern

	Rinderschlachttierkörper		Schweineschlachttierkörper	
	90. Percentil	97.5. Percentil	90. Percentil	97.5. Percentil
Betrieb A	1.18	1.93	0.69	1.18
Betrieb B	0.69	1.00	ø	0.69
Betrieb C	1.65	2.40	1.81	2.41
Betrieb D	1.00	1.65	1.00	1.6
Betrieb E	0.69	0.69	-	-
Betriebsübergreifend	1.18	1.74	1.00	2.00

Ø: < Nachweisgrenze

Statistisch erwiesen sich die Unterschiede in *Enterobacteriaceae*-Keimzahlen zwischen Rinder- und Schweineschlachttierkörper mittels t-Test für ungepaarte Stichproben betriebsübergreifend und für die Betriebe A, B und C als signifikant. Beim Vorliegen signifikanter Unterschiede wiesen die Proben von Rinderschlachttierkörpern im Vergleich zu den Proben von Schweineschlachttierkörpern höhere *Enterobacteriaceae*-Ergebnisse auf.

#### 5.1.2.1.3. Verlaufskurven der tagesdurchschnittlichen $\log_{10}$ -Werte der *Enterobacteriaceae*-Ergebnisse von Rinder- und Schweineschlachttierkörpern

Die tagesdurchschnittlichen  $\log_{10}$ -Werte von **Rinderschlachttierkörpern** lagen zumeist unter  $1.0 \log_{10}$  KBE/cm<sup>2</sup> (Abbildung 46). Insgesamt überstiegen nur sieben (8.8 %) dieser Werte  $1.0 \log_{10}$  KBE/cm<sup>2</sup>, wobei diese Marke dreimal im Betrieb A und viermal im Betrieb C überschritten wurde. Keiner der ermittelten tagesdurchschnittlichen  $\log_{10}$ -Werte überstieg  $2.0 \log_{10}$  KBE/cm<sup>2</sup>. Der höchste tagesdurchschnittliche  $\log_{10}$ -Wert von *Enterobacteriaceae*



stammte aus dem Betrieb C ( $1.5 \log_{10} \text{ KBE/cm}^2$ ). In den Betrieben B und E lagen alle tagesdurchschnittlichen  $\log_{10}$ -Werte der *Enterobacteriaceae*-Ergebnisse unter  $0.5 \log_{10} \text{ KBE/cm}^2$ .

Ebenso lagen die tagesdurchschnittlichen  $\log_{10}$ -Werte von **Schweineschlachttierkörpern** zumeist unter  $1.0 \log_{10} \text{ KBE/cm}^2$  (Abbildung 47). Insgesamt überstiegen nur zwei (3.1%) der tagesdurchschnittlichen  $\log_{10}$ -Werte  $1.0 \log_{10} \text{ KBE/cm}^2$ . Diese beiden Werte stammten aus dem Betrieb C und beliefen sich auf  $1.6 \log_{10} \text{ KBE/cm}^2$  und  $2.2 \log_{10} \text{ KBE/cm}^2$ . In den Betrieben A und B lagen alle tagesdurchschnittlichen  $\log_{10}$ -Werte der *Enterobacteriaceae*-Ergebnisse unter  $0.5 \log_{10} \text{ KBE/cm}^2$ .

#### **5.1.2.1.4. Grenzzlinien betriebsspezifischer Qualitätsregelkarten der *Enterobacteriaceae*-Ergebnisse von Rinder- und Schweineschlachttierkörpern**

Analog zu den GKZ-Ergebnissen wurden auch für die *Enterobacteriaceae*-Ergebnisse die Grenzzlinien betriebsspezifischer Mittelwert-QRK berechnet.

Die betriebsspezifischen oberen und unteren Eingriffsgrenzen (OEG/UEG), die oberen und unteren Warngrenzen (OWG/UWG) sowie die Mittellinien ( $\mu$ ) für die Mittelwert-QRK der *Enterobacteriaceae*-Ergebnisse von Rinder- und Schweineschlachttierkörpern sind in den Tabellen 20 und 21 dargestellt. Zur Berechnung wurden logarithmierte *Enterobacteriaceae*-Ergebnisse unterhalb der Nachweisgrenze als Null angesehen. Aufgrund der Berechnungsformeln ergab die Berechnung der unteren Grenzzlinien teilweise negative Werte. Daher konnten oft nur Überschreitungen der oberen Grenzzlinien sinnvoll ausgewertet werden.

Tabelle 20: Grenzlinien der Mittelwert-Qualitätsregelkarten der *Enterobacteriaceae*-Ergebnisse von Rinderschlachttierkörpern der Betriebe A bis E

	OEG	UEG	OWG	UWG	$\mu$
Betrieb A	0.70	0.02	0.59	0.13	0.36
Betrieb B	0.35	neg	0.28	0.02	0.15
Betrieb C	0.98	0.24	0.85	0.37	0.61
Betrieb D	0.63	0.03	0.53	0.13	0.33
Betrieb E	0.26	neg	0.20	neg	0.09

OEG: obere Eingriffsgrenze

OWG: obere Warngrenze

UEG: untere Eingriffsgrenze

UWG: untere Warngrenze

$\mu$ : Mittellinie (Prozessmittelwert)

Tabelle 21: Grenzlinien der Mittelwert-Qualitätsregelkarten der *Enterobacteriaceae*-Ergebnisse von Schweineschlachttierkörpern der Betriebe A bis D

	OEG	UEG	OWG	UWG	$\mu$
Betrieb A	0.28	neg	0.21	neg	0.09
Betrieb B	0.15	neg	0.11	neg	0.08
Betrieb C	0.67	0.17	0.59	0.25	0.42
Betrieb D	0.62	0.04	0.52	0.14	0.33

OEG: obere Eingriffsgrenze

OWG: obere Warngrenze

UEG: untere Eingriffsgrenze

UWG: untere Warngrenze

$\mu$ : Mittellinie (Prozessmittelwert)

Die höchsten oberen Grenzlinien für die Mittelwert-QRK der *Enterobacteriaceae*-Ergebnisse von Rinder- und Schweineschlachttierkörpern wurden im Betrieb C und die tiefsten oberen Grenzlinien für Rinderschlachttierkörper im Betrieb E sowie für Schweineschlachttierkörper im Betrieb B festgestellt. Unter Berücksichtigung, dass im Betrieb E nur Rinder geschlachtet wurden und daher keine vergleichbaren Werte für die Schweineschlachtung vorlagen, stimmten die Betriebe mit den tiefsten oberen Grenzlinien für Rinder- und Schweineschlachttierkörper überein (Betrieb B).

Die beispielhaft erstellte Mittelwert-QRK der *Enterobacteriaceae*-Ergebnisse von Rinderschlachttierkörpern des Betriebes A ist in Abbildung 46 sowie von Schweineschlachttierkörpern des Betriebes D in Abbildung 47 dargestellt. Dabei überschritten die tagesdurchschnittlichen  $\log_{10}$ -Werte von Rinder- und Schweineschlachttierkörpern jeweils dreimal die OEG.

#### **5.1.2.1.5. Betriebsübergreifende Darstellung und Auswertung tagesdurchschnittlicher $\log_{10}$ -Werte der *Enterobacteriaceae*-Ergebnisse von Rinder- und Schweineschlachttierkörpern**

Zur Evaluation betriebsübergreifender Kriterien zur Beurteilung der *Enterobacteriaceae*-Zahlen wurden die tagesdurchschnittlichen  $\log_{10}$ -Werte der *Enterobacteriaceae*-Ergebnisse von Schlachttierkörpern der jeweiligen Betriebe für die Rinderschlachtung und für die Schweineschlachtung zusammengefasst (Abbildungen 46 und 47).

Der 90. und 97.5. Perzentil der im Rahmen dieser Arbeit ermittelten tagesdurchschnittlichen  $\log_{10}$ -Werten der *Enterobacteriaceae*-Ergebnisse von Rinder- und Schweineschlachttierkörpern sind aus Tabelle 22 ersichtlich.

Tabelle 22: Betriebsübergreifende Percentile ( 90., 97.5.) der tagesdurchschnittlichen  $\log_{10}$ -Werte der *Enterobacteriaceae*-Ergebnisse

	90. Percentil	97.5. Percentil
Rinderschlachttierkörper	1.18	1.93
Schweineschlachttierkörper	0.67	0.89

Statistisch erwiesen sich die Unterschiede in den tagesdurchschnittlichen  $\log_{10}$ -Werten der *Enterobacteriaceae*-Ergebnisse zwischen Rinder- und Schweineschlachttierkörper mittels t-Test für ungepaarte Stichproben betriebsübergreifend und für die Betriebe A und B als signifikant. Beim Vorliegen signifikanter Unterschiede wiesen die Proben von Rinderschlachttierkörpern im Vergleich zu den Proben von Schweineschlachttierkörpern höhere tagesdurchschnittliche  $\log_{10}$ -Werte der *Enterobacteriaceae*-Ergebnisse auf.

#### 5.1.2.2. *Enterobacteriaceae*-Nachweishäufigkeit von Rinder- und Schweineschlachttierkörpern

Die Nachweishäufigkeit von *Enterobacteriaceae* lag bei **Rinderschlachttierkörpern** zwischen 12.0% im Betrieb E und 54.0% im Betrieb C und insgesamt bei 31.0% (Tabelle 23) sowie bei **Schweineschlachttierkörpern** zwischen 4.0% im Betrieb B und 41.3% im Betrieb D und insgesamt bei 20.2% (Tabelle 24)

Die Unterschiede in der Prävalenz *Enterobacteriaceae*-positiver Proben zwischen Rinder- und Schweineschlachttierkörpern erwiesen sich sowohl betriebsübergreifend als auch innerhalb der Betriebe A, B und C als signifikant. Dabei zeigten die Proben von Rinderschlachttierkörpern, mit Ausnahme des Betriebes D, in welchem die Verhältnisse umgekehrt lagen und kein Signifikanzniveau erreicht wurde, signifikant höhere Prävalenzen.

Tabelle 23: *Enterobacteriaceae*-Prävalenz von Rinderschlachttierkörpern

	n	<i>Enterobacteriaceae</i> -positiv	
		n	%
Betrieb A	200	68	34.0%
Betrieb B	150	28	18.7%
Betrieb C	150	81	54.0%
Betrieb D	150	53	35.3%
Betrieb E	150	18	12.0%
Betriebsübergreifend	800	248	31.0%

Tabelle 24: *Enterobacteriaceae*-Prävalenz von Schweineschlachttierkörpern

	n	<i>Enterobacteriaceae</i> positiv	
		n	%
Betrieb A	200	20	10.0%
Betrieb B	150	6	4.0%
Betrieb C	150	43	28.7%
Betrieb D	150	62	41.3%
Betriebsübergreifend	650	131	20.2%

### 5.1.2.3. Gegenüberstellung der aeroben mesophilen GKZ und der *Enterobacteriaceae*

#### 5.1.2.3.1. Gegenüberstellung der GKZ- und der *Enterobacteriaceae*-Ergebnisse

Bei der Gegenüberstellung der logarithmierten GKZ-Ergebnisse und der *Enterobacteriaceae*-Zahlen von **Rinderschlachttierkörpern** fiel auf, dass im Betrieb C der im Vergleich zu den anderen Betrieben höchste *Enterobacteriaceae*-Mittelwert bei durchschnittlichem GKZ-Mittelwert nachgewiesen wurde (Tabelle 25). Ohne Berücksichtigung des Betriebes C, liess sich bei höherem GKZ- auch ein eher höherer *Enterobacteriaceae*-Mittelwert nachweisen. Beispielsweise wurden der niedrigste GKZ- und *Enterobacteriaceae*-Mittelwert im gleichen Betrieb (Betrieb E) gefunden.

In allen untersuchten Betrieben korrelierten die untersuchten Parameter GKZ und *Enterobacteriaceae*-Zahl von Rinderschlachttierkörpern signifikant (Tabelle 26). Die Signifikanzen der Korrelation nach Pearson bestätigten sich auch in der Korrelation nach Spearman. Das Bestimmtheitsmass (basierend auf dem Korrelationskoeffizient nach Pearson) schwankte von 4.6% bis 50.8%, wobei im Betrieb C die stärkste Korrelation vorlag.

Tabelle 25: Mittelwerte der logarithmierten GKZ und *Enterobacteriaceae*-Zahlen von Rinderschlachttierkörpern geordnet nach Betrieben

	Mittelwert GKZ (log <sub>10</sub> KBE/cm <sup>2</sup> )	Mittelwert <i>Enterobacteriaceae</i> (log <sub>10</sub> KBE/cm <sup>2</sup> )
Betrieb A	3.0	0.4
Betrieb B	2.7	0.2
Betrieb C	2.6	0.6
Betrieb D	3.1	0.3
Betrieb E	2.1	0.2

Tabelle 26: Korrelation der GKZ-Ergebnisse und der *Enterobacteriaceae*-Zahlen von Rinderschlachttierkörpern geordnet nach Betrieben

	Korrelationskoeffizient (r)	p-Wert	Bestimmtheitsmass (B)
Betrieb A	0.31	< 0.01	9.6%
Betrieb B	0.29	< 0.01	8.4%
Betrieb C	0.71	< 0.01	50.8%
Betrieb D	0.30	< 0.01	9.3%
Betrieb E	0.21	< 0.01	4.6%

Bei **Schweineschlachttierkörpern** fiel auf, dass Proben von Schlachttierkörpern aus dem Betrieb C den im Vergleich zu den anderen Betrieben niedrigsten GKZ-Mittelwert bei höchstem *Enterobacteriaceae*-Mittelwert aufwies (Tabelle 27). Ohne Berücksichtigung des Betriebes C, liess sich, wie bereits bei den Rinderschlachttierkörpern ebenfalls festgestellt, bei höherem GKZ- ein auch eher höherer *Enterobacteriaceae*-Mittelwert nachweisen.

Tabelle 27: Mittelwerte der logarithmierten GKZ und *Enterobacteriaceae*-Zahlen von Schweineschlachttierkörpern geordnet nach Betrieben

	Mittelwert GKZ (log <sub>10</sub> KBE/cm <sup>2</sup> )	Mittelwert <i>Enterobacteriaceae</i> (log <sub>10</sub> KBE/cm <sup>2</sup> )
Betrieb A	2.9	0.10
Betrieb B	2.4	0.04
Betrieb C	2.1	0.40
Betrieb D	3.7	0.30

In den Betrieben A, B und C korrelierten die untersuchten Parameter GKZ und *Enterobacteriaceae*-Zahl von Schweineschlachttierkörpern signifikant, während im Betrieb D kein Signifikanz-Niveau erreicht wurde (Tabelle 28). Die Signifikanzen der Korrelation nach Pearson bestätigten sich auch in der Korrelation nach Spearman. Dabei betrug das Bestimmtheitsmass (basierend auf dem Korrelationskoeffizient nach Pearson) im Betrieb A 5.1% und im Betrieb C 35.9%.

Tabelle 28: Korrelation der GKZ-Ergebnisse und der *Enterobacteriaceae*-Zahlen von Schweineschlachttierkörpern geordnet nach Betrieben

	Korrelationskoeffizient (r)	p-Wert	Bestimmtheitsmass (B)
Betrieb A	0.22	< 0.01	5.0%
Betrieb B	0.23	< 0.01	5.1%
Betrieb C	0.60	< 0.01	35.9%
Betrieb D	0.12	0.73	1.0%

#### 5.1.2.3.2. Gegenüberstellung der tagesdurchschnittlichen $\log_{10}$ -Werte der GKZ- und der *Enterobacteriaceae*-Ergebnisse

Die Gegenüberstellung der tagesdurchschnittlichen  $\log_{10}$ -Werte der GKZ sowie der *Enterobacteriaceae*-Zahlen von Rinderschlachttierkörpern zeigt, dass sich in den Betrieben A, C und D tendenziell Gemeinsamkeiten im Verlauf dieser beiden Parameter feststellen liessen, während solche in den Betrieben B und E nicht erkennbar waren (Abbildungen 50 bis 54).

In den Betrieben A, C und D korrelierten die tagesdurchschnittlichen  $\log_{10}$ -Werte der GKZ und der *Enterobacteriaceae*-Zahlen von Rinderschlachttierkörper signifikant, während in den Betrieben B und E kein Signifikanz-Niveau erreicht wurde (Tabelle 29).



Die Signifikanzen der Korrelation nach Pearson bestätigten sich auch in der Korrelation nach Spearman. Dabei betrug das Bestimmtheitsmass (basierend auf dem Korrelationskoeffizient nach Pearson) in den Betrieben A 16.4%, C 58.2% und D 31.8%).

Tabelle 29: Korrelation der tagesdurchschnittlichen  $\log_{10}$ -Werte der GKZ und der *Enterobacteriaceae*-Zahlen von Rinderschlachttierkörpern geordnet nach Betrieben

	Korrelationskoeffizient (r)	p-Wert	Bestimmtheitsmass (B)
Betrieb A	0.41	0.038	16.4%
Betrieb B	-0.33	0.11	11.4%
Betrieb C	0.76	< 0.01	58.2%
Betrieb D	0.56	0.01	31.8%
Betrieb E	0.35	0.10	12.6%

Bei Schweineschlachttierkörpern fiel auf, dass in keinem der Betriebe tendenzielle Gemeinsamkeiten zwischen dem Verlauf der tagesdurchschnittlichen  $\log_{10}$ -Werten der GKZ und der *Enterobacteriaceae*-Zahlen erkennbar waren (Abbildungen 55 bis 58).

Einzig im Betrieb B korrelierten die tagesdurchschnittlichen  $\log_{10}$ -Werte der GKZ und der *Enterobacteriaceae*-Zahlen von Schweineschlachttierkörper signifikant, während in den Betrieben A, C und D kein Signifikanz-Niveau erreicht wurde (Tabelle 30).

Tabelle 30: Korrelation der tagesdurchschnittlichen  $\log_{10}$ -Werte der GKZ und der *Enterobacteriaceae*-Zahlen von Schweineschlachttierkörpern geordnet nach Betrieben

	Korrelationskoeffizient (r)	p-Wert	Bestimmtheitsmass (B)
Betrieb A	0.14	0.28	1.9%
Betrieb B	0.50	0.03	25.2%
Betrieb C	0.17	0.27	2.9%
Betrieb D	0.27	0.16	7.7%

#### 5.1.2.3.3. Gegenüberstellung der GKZ-Ergebnisse und des Anteils *Enterobacteriaceae*-positiver Proben

Der Vergleich der Mittelwerte der logarithmierten GKZ-Ergebnisse mit der *Enterobacteriaceae*-Prävalenz von **Rinderschlachttierkörpern** zeigte, dass im Betrieb C die im Vergleich zu den anderen Betrieben höchste *Enterobacteriaceae*-Prävalenz (55%) bei durchschnittlichem GKZ-Mittelwert ( $2.6 \log_{10}$  KBE/cm<sup>2</sup>) nachgewiesen wurde (Tabelle 31). Im Vergleich hierzu zeigten Proben aus dem Betrieb B mit einem vergleichbaren GKZ-Mittelwert ( $2.7 \log_{10}$  KBE/cm<sup>2</sup>) eine *Enterobacteriaceae*-Prävalenz von nur 18.6%.

Ohne Berücksichtigung des Betriebes C liess sich bei höherem GKZ-Mittelwert eine auch eher höhere *Enterobacteriaceae*-Prävalenz nachweisen. Der niedrigste GKZ-Mittelwert und die niedrigste *Enterobacteriaceae*-Prävalenz wurden im Betrieb E nachgewiesen.

Tabelle 31: Mittelwerte der logarithmierten GKZ und *Enterobacteriaceae*-Prävalenz von Rinderschlachttierkörpern geordnet nach Betrieben

	Mittelwert GKZ (log <sub>10</sub> KBE/cm <sup>2</sup> )	<i>Enterobacteriaceae</i> - Prävalenz
Betrieb A	3.0	34.0%
Betrieb B	2.7	18.6%
Betrieb C	2.6	54.0%
Betrieb D	3.1	35.3%
Betrieb E	2.1	12.0%

Statistisch erwies sich die Beziehung zwischen der GKZ-Höhe und dem qualitativen *Enterobacteriaceae*-Nachweis in den Betrieben A, B, C und D als signifikant.

Die graphische, nach Betrieben geordnete Gegenüberstellung der tagesdurchschnittlichen log<sub>10</sub>-Werte der GKZ und der Anzahl *Enterobacteriaceae*-positiver Proben eines Probenentnahmetages von Rinderschlachttierkörpern ist aus den Abbildungen 59 bis 63 ersichtlich. Auffallend war dabei der im Vergleich zu den tagesdurchschnittlichen log<sub>10</sub>-Werten der GKZ unerwartet häufige *Enterobacteriaceae*-Nachweis bei Rinderschlachttierkörpern aus dem Betrieb C. Demgegenüber zeigen die Resultate im Betrieb B im Vergleich zu den anderen Betrieben, dass bei mittleren tagesdurchschnittlichen log<sub>10</sub>-GKZ-Werte eher weniger häufig *Enterobacteriaceae* nachgewiesen wurden.

Bei den **Schweineschlachttierkörpern** liess sich bei höherem GKZ-Mittelwert eine auch eher höhere *Enterobacteriaceae*-Prävalenz nachweisen (Tabelle 32). Der niedrigste GKZ-Mittelwert und die niedrigste *Enterobacteriaceae*-Prävalenz wurden im Betrieb C gefunden, während der höchsten GKZ-Mittelwert und die höchste *Enterobacteriaceae*-Prävalenz im Betrieb D vorlagen.

Tabelle 32: Mittelwerte der logarithmierten GKZ und *Enterobacteriaceae*-Prävalenz von Schweineschlachttierkörpern geordnet nach Betrieben

	Mittelwert GKZ (log <sub>10</sub> KBE/cm <sup>2</sup> )	<i>Enterobacteriaceae</i> - Prävalenz
Betrieb A	2.9	10.0%
Betrieb B	2.4	4.0%
Betrieb C	2.1	28.6%
Betrieb D	3.7	41.3%

Statistisch erwies sich die Beziehung zwischen der GKZ-Höhe und dem qualitativen *Enterobacteriaceae*-Nachweis in den Betrieben B und C als signifikant.

Die graphische, nach Betrieben geordnete Gegenüberstellung der tagesdurchschnittlichen log<sub>10</sub>-Werte der GKZ und der Anzahl *Enterobacteriaceae*-positiver Proben eines Probenentnahmetages von Schweineschlachttierkörpern zeigte, dass in Betrieben mit hohen tagesdurchschnittlichen log<sub>10</sub>-Werte der GKZ eher häufiger *Enterobacteriaceae* nachgewiesen wurden (Abbildungen 64 bis 67).

Bei Schweineschlachttierkörpern lag die Häufigkeit *Enterobacteriaceae*-positiver Proben im Vergleich zu Rinderschlachttierkörpern im Allgemeinen eher tiefer.

## **6. Diskussion**

### **6.1. HACCP-Prinzipien im Schlachtbetrieb**

Die EU-Entscheidung 2001/471/EG sieht vor, zur Festlegung der Methoden zur regelmässigen Überwachung der allgemeinen Hygienebedingungen durch betriebseigene Kontrollen die Erkenntnisse aus den HACCP-Verfahrensgrundsätzen (HACCP = Hazard Analysis and Critical Control Points) zu Grunde zu legen (Anonym 2001, Pt. 4). Die gleichen Forderungen nach einem auf den HACCP-Prinzipien basierenden System werden auch von den Behörden der USA (Food Safety and Inspection Service (FSIS) des U. S. Departement of Agriculture (USDA) gefordert und haben für Ausfuhrbetriebe nach den USA Gültigkeit (Anonym, 1996, Pearce et al. 2004).

Das HACCP-System ist ein Konzept zur Vermeidung spezifischer Gesundheitsgefahren (Hazards) für den Menschen und basiert auf sieben Prinzipien, die auch in Artikel 11 der Hygieneverordnung (HyV) aufgeführt sind (Anonym, 1995c; Untermann, 1998). Zunächst werden im Rahmen einer Gefahrenanalyse (Hazard Analysis, Prinzip 1) auf Basis naturwissenschaftlicher Fakten spezifische biologische, chemische oder physikalische Gefahren für die Gesundheit des Konsumenten ermittelt (Hazard Identification) und bewertet (Risk Assessment); anschliessend werden produkt- und produktionsspezifische präventive Massnahmen aufgrund von sechs definierten Prinzipien festgelegt und durchgeführt, mit denen sich die ermittelten Gefahren für die Gesundheit des Menschen verhüten, ausschalten oder zumindest auf ein akzeptables Restrisiko vermindern lassen. Das präventive Management umfasst die Festlegung von Stufen, an welchen es möglich ist, die spezifische Gefahr durch ein Lebensmittel unter Kontrolle zu bringen (Controlling, Prinzip 2), die Festlegung von Grenzwerten (Critical Limits, Prinzip 3), die Festlegung eines Systems zur kontinuierlichen, zuverlässigen Überwachung (Monitoring, Prinzip 4), die Festlegung von Korrekturmassnahmen (Corrective Actions, Prinzip 5), die Festlegung von Verifizierungsverfahren, um die Erfüllung des HACCP-Planes nachzuweisen (Verification, Prinzip 6) und die Einführung einer rückverfolgbaren Dokumentation (Prinzip 7).

Voraussetzung für die Festlegung von CCPs (critical control points) als Stufe, an der es möglich ist, eine spezifische Gefahr unter Kontrolle zu bringen, ist, dass sich ein Controlling und ein Monitoring definieren lässt.

In vielen Bereichen der Lebensmittelherstellung, -behandlung und -verarbeitung lässt sich ein vollständiges HACCP-Konzept jedoch kaum umsetzen. Daher hat die Europäische Gemeinschaft ein flexibles System für die Erarbeitung strukturierter spezifischer Gesundheitsschutzmassnahmen vorgeschrieben, das sich zwar an einzelnen Prinzipien des HACCP-Konzeptes orientiert, aber keine Umsetzung des vollständigen Konzeptes in der Selbstkontrolle darstellt (Anonym, 1993). Dies trifft auch auf den Schlachtprozess zu, in welchem Massnahmen, die zu einer Eliminierung der spezifischen Gefahren führen und die Anforderungen an ein CCP vollständig erfüllen, nicht festzulegen sind (Sheridan, 2000). Daher können im Schlachtprozess nur die HACCP-Prinzipien beachtet werden, um eine mögliche Kontamination der Oberfläche von Schlachttierkörpern zu vermeiden (Kukay et al., 1996).

Das HACCP-Konzept ist jedoch kein Werkzeug zur Umsetzung allgemeiner Hygienemassnahmen und ersetzt daher nicht bisher übliche Hygienemassnahmen, sondern baut auf einem wirksamen Hygienekonzept eines Lebensmittelbetriebes auf (Untermann, 1998). Daher ist in einem Sicherheitskonzept den räumlichen und technischen Voraussetzungen sowie den grundsätzlichen Hygienemassnahmen besondere Aufmerksamkeit zu schenken. Von Bedeutung ist dabei beispielsweise, dass der Schlachtbetrieb baulich so gestaltet ist, dass die räumliche Trennung von reinem und unreinem Teil der Anlage sowie verschiedener Arbeitsschritte im Schlachtprozess gewährleistet ist und möglichst keine Kontaktmöglichkeiten zwischen Schlachttierkörpern und Einrichtungsgegenständen vorliegen. Des weiteren muss die Reinigung und Desinfektion gründlich und effizient durchgeführt werden, das Personal über ein sensibilisiertes Hygienebewusstsein verfügen und regelmässig betreffend Hygiene geschult werden. Ferner muss und die Einhaltung der Kühltemperaturen überwacht werden.

## 6.2. Gesamtkeimzahlbestimmung

Die EU-Entscheidung 2001/471/EG und die technische Weisung 272.101.11 des BVET sehen vor, die vier Proben eines Tierkörpers zusammenzufassen (vertikale Poolprobe) und auszuwerten. Zudem sollen zur mikrobiologischen Schlachtprozesskontrolle die tagesdurchschnittlichen  $\log_{10}$ -Werte von Schlachttierkörpern ermittelt, diese in Form von Kontrolldiagrammen aufgezeichnet und die Ergebnisse in die Kategorien „annehmbar“, „kritisch“ und „unannehmbar“ eingeordnet werden (Anonym, 2001; Anonym, 2004).

Direkt vergleichbare und nach den Vorgaben der Entscheidung 2001/471/EG erhobene Daten für die nicht-destruktive Nass-Trockentupfertechnik (NTT) liegen bis anhin für die aerobe mesophile Gesamtkeimzahl (GKZ) und für *Enterobacteriaceae* in der Literatur nicht vor.

### 6.2.1. GKZ-Einzelergebnisse von Rinder- und Schweineschlachttierkörpern

Die Darstellung der GKZ-Ergebnisse der Tierkörper eines Untersuchungstages in Form von Balkendiagrammen ermöglicht es, die Mitarbeiter in verständlicher und einprägsamer Form, ohne die Verwendung von logarithmierten Werten, über die Ergebnisse der Kontrollen zu informieren. Solche Darstellungen können einen wesentlichen Beitrag zur Sensibilisierung der Mitarbeiter leisten.

Die Ergebnisse der einzelnen Tierkörper zeigen in dieser Untersuchung sowohl für die einzelnen Probenentnahmetage als auch für die gesamte Beprobungsperiode in jedem Schlachtbetrieb und für jede untersuchte Tierart eine beachtliche Streuung der GKZ-Ergebnisse. Hierbei lag insgesamt bei Proben von Rinderschlachttierkörpern eine eher grössere Streuung der GKZ-Ergebnisse als bei Proben von Schweineschlachttierkörpern vor. Diese zu erwartenden Streuungen sind auf mannigfaltige, oft betriebs- und schlachtprozessspezifische Kontaminationsmöglichkeiten zurückzuführen (Untermann et al., 1997).

Beispielsweise können diese Streuungen durch Kontakte von Schlachttierkörpern mit Einrichtungsgegenständen zustande kommen. Zudem gilt es, die „Tagesform“ der Arbeiter, Reinigungsdefizite und die Sauberkeit der Schlachttiere, welche vor allem bei Haartieren ein Problem darstellt, zu berücksichtigen. Allerdings ist zu beachten, dass gemäss den Vorgaben der EU-Entscheidung 2001/471/EG eine Poolprobe jedes Tierkörpers (vertikale Poolprobe) untersucht und daher die Ergebnisse bereits „nivelliert“ wurden.

Unter Berücksichtigung, dass im Betrieb E nur Rinder geschlachtet wurden und daher keine vergleichbaren Werte für die Schweineschlachtung vorlagen, zeigte sich, dass die gleichen Betriebe sowohl für Rinder- als auch für Schweineschlachttierkörper die höchsten (Betrieb D: 3.1 respektive 3.7  $\log_{10}$  KBE/cm<sup>2</sup>) und tiefsten (Betrieb C: 2.6 respektive 2.2  $\log_{10}$  KBE/cm<sup>2</sup>) Mittelwerte der GKZ-Ergebnisse aufwiesen.

Die durchschnittliche Keimbelastung lag mit Ausnahme des Betriebes D bei Schweine- im Vergleich zu Rinderschlachttierkörpern eher tiefer oder auf einem vergleichbaren Niveau. Die abweichende Feststellung im Betrieb D sowie der im Vergleich zu den anderen Betrieben sehr hohe Mittelwert der GKZ-Ergebnisse bei der Schweineschlachtung, lassen sich vermutlich auf eine Schwachstelle im Schlachtprozess zurückführen. Auffällig war zudem, dass im Betrieb E die deutlich tiefsten Keimbelastungen von Rinderschlachttierkörpern vorlagen. Dies ist mit grosser Wahrscheinlichkeit darauf zurückzuführen, dass es sich dabei um einen neu erstellten, auf die Schlachtung von Rindern spezialisierten Betrieb handelt.

Um neben der grossen individuellen Streuung auch Unterschiede in den Keimzahlen ( $\log_{10}$ -Werte) zwischen den Schlachtbetrieben zu erkennen, hat sich der Boxplot als sehr geeignet erwiesen. Diese Darstellung erlaubt es insbesondere die Streuung der Einzelergebnisse, den Median (Zentralwert) den 50%- und den 90%-Bereich, die Form der Verteilung, die Extremwerte sowie in Form des „notched box plot“ das 95% Vertrauensintervall zu erkennen (Eggenberger und Thun, 1984). Zudem ist anzumerken, dass sich der Boxplot auch für eine nach Entnahmestellen aufgetrennte Aufzeichnung von Ergebnissen eignet und in dieser Form empfindlichere Aussagen und zuverlässige Rückschlüsse auf Schwachstellen im Schlachtprozess ermöglicht (Zweifel und Stephan, 2003a).



Im Vergleich der GKZ-Ergebnisse von Rinder- und Schweineschlachttierkörpern der verschiedenen Betriebe war im Boxplot auffällig, dass der Quartilabstand der Ergebnisse von Rinderschlachttierkörpern relativ konstant war ( $0.7 - 0.9 \log_{10}$ -Stufen), während dieser bei den Ergebnissen von Schweineschlachttierkörpern zwischen  $0.3$  und  $1.1 \log_{10}$ -Stufen schwankte. Insbesondere der Quartilabstand und der 90%-Bereich der Ergebnisse von Schweineschlachttierkörpern aus dem Betrieb D belief sich auf nur  $0.3$  respektive  $0.9 \log_{10}$ -Stufen. Zudem lag der Median der GKZ-Ergebnisse von Schweineschlachttierkörpern in diesem Betrieb bei hohen  $3.7 \log_{10} \text{ KBE/cm}^2$ , während dieser in den anderen Betrieben zwischen  $2.2$  und  $2.9 \log_{10} \text{ KBE/cm}^2$  schwankte. Diese Feststellungen unterstützten die Vermutung einer betriebspezifischen, systematischen Schwachstelle im Schlachtprozess des Betriebes D. Zur endgültigen Evaluation der Ursache dieser hohen Keimbelastungen ist es angezeigt, durch eine optische „In-Prozess-Kontrolle“ des Schlachtprozesses sowie mit mikrobiologischen Untersuchungen der Schlachttierkörper an verschiedenen Stufen der Schlachtlinie die Kontaminationsquelle zu eruieren. Eine unbedingt abzuklärende Möglichkeit stellt dabei das „Polieren“ mit kaum zu reinigenden Gummipeitschen nach dem „Abflammen“ dar (Snijders et al., 1984; Gill et al., 1995).

#### **6.2.2. Verlauf der tagesdurchschnittlichen $\log_{10}$ -Werte der GKZ-Ergebnisse**

Analog zu den bei den Einzelwerten aufgeführten Aussagen liess sich auch ausgehend von den tagesdurchschnittlichen  $\log_{10}$ -Werten der GKZ-Ergebnisse feststellen, dass ohne Berücksichtigung des Betriebes E die gleichen Betriebe sowohl für Rinder- als auch für Schweineschlachttierkörper die höchsten respektive tiefsten Mittelwerte der tagesdurchschnittlichen  $\log_{10}$ -Werte aufwiesen, im Durchschnitt dieser Werte die Keimbelastung, mit Ausnahme des Betriebes D, bei Schweine- im Vergleich zu Rinderschlachttierkörpern eher tiefer oder auf einem vergleichbaren Niveau lag, die Situation im Betrieb D bei der Schweineschlachtung auf eine mögliche systematische Hygieneschwachstelle im Schlachtprozess hinweist, und im Betrieb E die deutlich tiefsten Keimbelastungen von Rinderschlachttierkörpern vorlagen.

Anhand der Verlaufskurven liess sich innerhalb der Betriebe für Rinder- und Schweineschlachttierkörper ein relativ konstantes Streuungsmuster der Keimbelastung mit tendenziellem Verlauf auf konstantem Niveau erkennen. Allerdings variierte die Lage dieses Niveaus zwischen den Betrieben in beachtlichem Masse. Dabei ist zu berücksichtigen, dass zusätzlich zum Effekt der Untersuchung einer Poolprobe durch die Mittelwert-Bildung eine weitere „Nivellierung“ erfolgt. Dies zeigt sich insbesondere in den im Vergleich zu den Einzelwerten geringeren Streuungen der tagesdurchschnittlichen  $\log_{10}$ -Werte der GKZ-Ergebnisse sowie beim Vergleich des 2.5., 10., 90. und 97.5. Percentils der Einzelwerte mit denjenigen der tagesdurchschnittlichen  $\log_{10}$ -Werte. Verlaufskurven von „Durchschnittswerten“ beinhalten die Gefahr, dass die Auswirkungen von Hygieneschwachstellen im Schlachtprozess eher nivelliert und erst gravierende Mängel in der Schlachthygiene erkannt werden. Insbesondere ist es nicht möglich, stärker kontaminierte Körperpartien direkt zu erkennen und so ein schnelles Ergreifen von wirksamen Massnahmen zu gewährleisten. Wenn auch die Vorgaben der Entscheidung 2001/471/EG die Anforderungen für eine langfristige Verifikation der Schlachthygiene in einem Betrieb erfüllen, sind bei abweichenden Ergebnissen ergänzende, nach Entnahmestellen aufgeschlüsselte Untersuchungen vorzusehen (Zweifel und Stephan, 2003b). Dabei ist es möglich, die Proben horizontal zu poolen oder – aussagekräftiger – die Einzelergebnisse jeder Entnahmestelle als Boxplot darzustellen. Es ist zu empfehlen, dass zusätzlich zu den von der EU geforderten Untersuchungen periodisch (z.B. alle drei Monate) eine nach Probenentnahmestellen aufgeschlüsselte mikrobiologische Untersuchung durchgeführt wird, um über zusätzliche, aussagekräftigere Daten zu verfügen.

Die bei den Einzelwerten im Boxplot und bei den tagesdurchschnittlichen  $\log_{10}$ -Werten in den Verlaufskurven ersichtlichen Unterschiede in den GKZ-Höhen zwischen den Betrieben erwiesen sich statistisch bei Rinderschlachttierkörpern und Schweineschlachttierkörpern zwischen den meisten Betrieben als signifikant (ANOVA, Bonferroni Folgetest,  $p < 0.05$ ). Diese Feststellung unterstreicht die Betriebsspezifität der Ergebnisse mikrobiologischer Untersuchungen von Schlachttierkörpern. Daher sollte die Bewertung von Ergebnissen mikrobiologischer Monitoringuntersuchungen grundsätzlich auf der Basis betriebseigener, vergleichbarer Daten erfolgen (Vanne et al., 1996).

Die für destruktive Probenentnahmeverfahren in der EU-Entscheidung 2001/471/EG vorgegebenen, beziehungsweise für nicht-destruktive Probenentnahmeverfahren zu evaluierenden betriebsübergreifenden, mikrobiologischen Bewertungskriterien können daher nur als "Baseline" angesehen werden (Pearce et al., 2004).

Aufgrund der Betriebsspezifität der Ergebnisse besteht in der mikrobiologischen Qualitätssicherung ein Bedarf an biometrisch fundierten Konzepten. Eine Möglichkeit zur objektiven Beurteilung der tagesdurchschnittlichen  $\log_{10}$ -Werte der GKZ-Ergebnisse bietet die **Qualitätsregelkarten-Technik** (Hildebrandt und Böhmer, 1996; Dura et al., 1999; Purkl und Bülte, 2002; Zweifel und Stephan, 2003b).

Voraussetzung ist, dass die Ermittlung der Grenzl意思en mit dem gleichen Stichprobenumfang erfolgt, wie er auch für die Routineuntersuchungen vorgesehen ist (Dura et al., 1999). Der Wahl des Stichprobenumfangs kommt eine entscheidende Bedeutung zu, da aus den Prüfergebnissen dieser Stichproben Rückschlüsse auf die Grundgesamtheit gezogen werden (Berg und Hildebrandt, 1996). Grundsätzlich sollte daher der Stichprobenumfang möglichst gross gewählt werden. Jedoch gilt es neben den statistischen Gesichtspunkten, auch die Gegebenheiten des Schlachtbetriebes, die Schlachtleistung sowie die gesetzlichen Vorgaben zu berücksichtigen (Untermann et al., 1997).

Entsprechend der Berechnungsgrundlage ist die Qualitätsregelkarte (QRK) prinzipiell die graphische Form eines Testes auf Signifikanz (Anonym, 1995b). Stichprobenergebnisse ausserhalb der Eingriffsgrenzen weichen signifikant von dem Prozessmittelwert ab. Ein Überschreiten der oberen Eingriffsgrenze durch den Mittelwert einer Stichprobe zeigt daher an, dass eine signifikante Verschlechterung des Prozesses stattgefunden hat. Beim Überschreiten der OEG sind daher Korrekturmassnahmen erforderlich, wie beispielsweise eine Neubeurteilung der Hygienemassnahmen. Ergebnisse ausserhalb der Warngrenzen weichen tendenziell vom Prozessmittelwert ab und beim Überschreiten der OWG sollte der Prozess verstärkt überwacht werden. Die Intensivierung der Schlachtprozesskontrolle sollte dabei auch eine Verkürzung des Stichprobenintervalls beinhalten.

Die Verkürzung des Stichprobenintervalls und die damit verbundene intensivere Schlachtprozesskontrolle muss solange beibehalten werden, bis sichergestellt ist, dass keine schleichende Prozessverschlechterung eingetreten ist respektive bei einer mehrfachen Überschreitung der Warngrenzen die Ursache identifiziert und korrigiert wurde. Zu beachten sind auch die unteren Grenzl意思ien, da sie es ermöglichen zu beurteilen, ob eingeleitete Hygienemassnahmen signifikante Einflüsse auf die Keimbelastung der Tierkörper zeigen. (Purkl und Bülte, 2002). QRK ermöglichen es daher grundsätzlich, die Effizienz – und damit letztlich auch die Wirtschaftlichkeit – einer Korrekturmassnahme abzuwägen, so dass ein mangelhaft geführter Fleischgewinnungsprozess schliesslich mit gezielten Mitteln auf ein akzeptables, mikrobiologisches Qualitätsniveau eingestellt werden kann. Allerdings sind Unterschreitungen der Grenzl意思ien bei sensiblen QRK mit einem Zufallstreubereich von 80% und 95% vorsichtig zu interpretieren und daher nur bei mehrfachem Auftreten als signifikante Prozessverbesserung zu bewerten.

Wie bei den Ergebnissen gezeigt, bietet die QRK-Technik trotz des anspruchsvollen statistischen Hintergrundes eine, nach vorgängig durchgeführter Ermittlung der Grenzl意思ien, einfach zu erstellende, graphisch einprägsame Dokumentation der Daten. Da die Grenzl意思ien der QRK auf betriebspezifischen Daten beruhen erlauben diese im Rahmen eines mikrobiologischen Monitoringkonzeptes von Schlacht tierkörpern eine zuverlässige und für den jeweiligen Betrieb aussagekräftige Verifikation der Schlachthygiene. Dieses zeigte sich in den deutlichen Unterschieden in der Lage der Grenzl意思ien der verschiedenen Betriebe. Es ist zu empfehlen, durch Auswertung der monatlichen Stichprobenergebnisse die Mittellинien und Grenzen der Qualitätsregelkarten in regelmässigen Abständen zu analysieren und wenn notwendig dem Prozess anzupassen.

### 6.3. *Enterobacteriaceae*

Zusätzlich zur Ermittlung der aeroben mesophilen GKZ schreibt die EU-Entscheidung 2001/471/EG die Bestimmung der *Enterobacteriaceae* vor. Hierfür wurden in dieser Untersuchung einerseits analog zur Auswertung der GKZ-Ergebnisse die *Enterobacteriaceae*-Zahlen der einzelnen Tierkörper sowie die tagesdurchschnittlichen  $\log_{10}$ -Werte ermittelt und als Verlaufskurven in Form von Mittelwert-QRK dargestellt. Zusätzlich wurde die *Enterobacteriaceae*-Prävalenz von Rinder- und Schweineschlachttierkörpern in den untersuchten Betrieben bestimmt und verglichen.

*Enterobacteriaceae* dienen dabei als Indikatorkeime für eine fäkale Kontamination (Reuter, 1984; Lasta und Fonrouge, 1988; Charlebois et al., 1991; Hesse, 1991). Die fäkale Kontamination wird sowohl vom Food Safety and Inspection Service (FSIS) des U. S. Departement of Agriculture (USDA) als auch von der World Health Organization (WHO) als wichtigste Quelle für die Belastung mit pathogenen Mikroorganismen wie *E. coli* O157:H7, *Salmonella* spp. oder *Campylobacter* spp. bezeichnet (Anonym, 1990; Anonym, 1996).

Die EU-Entscheidung 2001/471/EG sieht vor, dass die *Enterobacteriaceae*-Zählung, die Zustimmung der entsprechenden Behörde vorausgesetzt und nach Festlegung entsprechender Kriterien, durch eine *E. coli*-Zählung ersetzt werden kann. Hintergrund dieser Vorschrift ist unter anderem, dass der Food Safety and Inspection Service (FSIS) des U. S. Departement of Agriculture (USDA) für Ausfuhrbetriebe nach den USA zwingend eine systematische Untersuchung der Oberfläche von Schlachttierkörpern der Rinder- und Schweinegattung auf *E. coli* als Indikatorkeime für eine fäkale Kontamination vorschreibt (Anonym, 1996).

### 6.3.1. *Enterobacteriaceae*-Zahlen

*Enterobacteriaceae* kamen, wie aus den aufgeführten Histogrammen ersichtlich ist, bei Proben von Rinder- und Schweineschlachttierkörpern überwiegend nur in geringer Anzahl vor. Die Mehrheit der Einzelergebnisse lag unterhalb der Nachweisgrenze und bei den *Enterobacteriaceae*-positiven Einzelergebnissen überwiegend unter  $1.5 \log_{10}$  KBE/cm<sup>2</sup>. Die tagesdurchschnittlichen  $\log_{10}$ -Werte lagen zumeist unter  $1.0 \log_{10}$  KBE/cm<sup>2</sup>, wobei diese Marke insbesondere durch Werte aus dem Betrieb C überschritten wurde.

Eine Ausnahme bildeten dabei die Resultate (Einzelwerte und tagesdurchschnittliche  $\log_{10}$ -Werte) aus dem Betrieb C, welche im Vergleich zu den anderen Betrieben für Rinder- und Schweineschlachttierkörper deutlich höher lagen und sich ebenfalls in den Grenzlängen der QRK widerspiegelten. In diesem Betrieb neuerer Bauart mit Räumlichkeiten in einem augenscheinlich sauberen Zustand ist somit eine Analyse der Schlachtabläufe auf hygienische Schwachstellen im Schlachtprozess angezeigt, um die Quelle der fäkalen Kontamination der Schlachttierkörper und damit der Kontamination mit *Enterobacteriaceae* zu evaluieren.

Sowohl für *Enterobacteriaceae*-Einzelwerte der Tierkörper als auch für die tagesdurchschnittlichen  $\log_{10}$ -Werten der *Enterobacteriaceae*-Ergebnisse liess sich feststellen, dass die gleichen Betriebe sowohl für Rinder- als auch für Schweineschlachttierkörper die höchsten Mittelwerte der tagesdurchschnittlichen  $\log_{10}$ -Werte aufwiesen (Betrieb C), wenn auch die tiefsten Mittelwerte von Rinder- und Schweineschlachttierkörpern für die tagesdurchschnittlichen  $\log_{10}$ -Werte nicht übereinstimmten. Allerdings stimmten diese Betriebe nicht mit denjenigen überein, welche bei den GKZ-Ergebnissen die höchsten Mittelwerte aufwiesen.

Betreffend der betriebsspezifischen QRK haben die bei den GKZ-Ergebnissen aufgeführten Aussagen grundsätzlich Gültigkeit. Allerdings zeigte sich, dass die Ermittlung der tagesdurchschnittlichen  $\log_{10}$ -Werte und die Berechnung der QRK-Grenzlängen aufgrund der im Allgemeinen niedrigen *Enterobacteriaceae*-Zahlen rechnerische Probleme aufwarfen.

Bei der Ermittlung der unteren Grenzl意思en der QRK kamen diese zum Teil in den negativen Bereich zu liegen. Die Darstellung der tagesdurchschnittlichen  $\log_{10}$ -Werte der *Enterobacteriaceae*-Ergebnisse der einzelnen Betriebe liess eine grosse Streuung der Werte von Rinder- (Betrieb A und C) sowie von Schweineschlachttierkörpern (Betrieb C) erkennen. Dies verweist auf ein weiteres Problem von Verlaufskurven tagesdurchschnittlicher  $\log_{10}$ -Werte: Es stellt sich die Frage, die auch für das Ergreifen geeigneter Korrekturmassnahmen von grosser Bedeutung ist, ob ein einzelner hoher tagesdurchschnittlicher  $\log_{10}$ -Wert durch eine sehr hohe Keimzahl einer oder weniger Poolproben oder durch ein generell erhöhtes Kontaminationsniveau entstanden ist.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass sich Verlaufskurven tagesdurchschnittlicher  $\log_{10}$ -Werte der *Enterobacteriaceae*-Ergebnisse, in Anbetracht der im Allgemeinen geringen *Enterobacteriaceae*-Zahlen respektive des hohen Anteils der Ergebnisse unter der Nachweisgrenze weniger als diejenigen der GKZ-Ergebnissen für eine langfristige, betriebsspezifische Verifikation der Schlachthygiene eignen.

### **6.3.2. *Enterobacteriaceae*-Nachweishäufigkeit**

*Enterobacteriaceae* waren insgesamt in 248 der 800 (31.0%) Proben von Rinderschlachttierkörpern und in 131 der 650 (20.2%) Proben von Schweineschlachttierkörpern nachweisbar. Bezogen auf die einzelnen Schlachtbetriebe lagen die Werte bei Proben von Rinderschlachttierkörpern im Betrieb C (54.0%) und D (35.3%) sowie bei Proben von Schweineschlachttierkörpern im Betrieb D (41.3%) und C (28.6%) am höchsten.

Der Anteil *Enterobacteriaceae*-positiver Proben von Rinderschlachttierkörpern lag dabei, mit Ausnahme der Resultate des Betriebes D, signifikant höher als derjenige von Schweineschlachttierkörpern.

Rinderschlachttierkörper scheinen im Vergleich zu Schweineschlachttierkörpern in höherem Masse mit *Enterobacteriaceae*, die überwiegend aus fäkalen Verunreinigungen stammen, kontaminiert zu sein. Dies ist mit grosser Wahrscheinlichkeit darauf zurückzuführen, dass im Fell der Rinder öfters ausgedehnte fäkale Verunreinigungen vorkommen, die beim Vorliegen von Kontaminationsmöglichkeiten im Schlachtprozess auf die Schlachttierkörper gelangen. Im Vergleich zwischen den Betrieben zeigte sich zudem, dass in Betrieben mit hohem Anteil *Enterobacteriaceae*-positiver Proben von Rinderschlachttierkörpern dies auch für Proben von Schweineschlachttierkörpern zutraf.

Der Vergleich der Prävalenz der einzelnen Betrieben mit den ermittelten *Enterobacteriaceae*-Zahlen zeigte, dass bei Proben aus dem Betrieb C im Vergleich zu den anderen Betrieben neben den höchsten *Enterobacteriaceae*-Zahlen und auch der höchste (Rinder-) respektive ein hoher (Schweineschlachttierkörper) Anteil *Enterobacteriaceae*-positiver Proben vorlag. Damit lässt sich auch anhand der Nachweisrate die vorgängig zum Betrieb C anhand der *Enterobacteriaceae*-Zahlen getroffene Feststellung einer möglichen Hygieneschwachstelle im Schlachtprozess bestätigen. Auffällig war zudem die im Vergleich zu den vorliegenden *Enterobacteriaceae*-Zahlen hohe Nachweisrate im Betrieb D bei Rinder- und insbesondere Schweineschlachttierkörpern. Dies bedeutet, dass im Betrieb D zwar überwiegend „durchschnittliche“ *Enterobacteriaceae*-Zahlen vorlagen, diese jedoch relativ häufig vorkamen.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass Schwachstellen im Schlachtprozess, die zu einer fäkalen Kontamination führen, sich aufgrund der im Allgemeinen geringen *Enterobacteriaceae*-Zahlen auch durch die Bestimmung des Anteils *Enterobacteriaceae*-positiver zuverlässig und im Vergleich zu den *Enterobacteriaceae*-Zahlen ohne bedeutenden Informationsverlust erfassen lassen. Alternativ zur Bestimmung der *Enterobacteriaceae*-Zahlen sollten daher die Nachweisrate an jedem Entnahmetag sowie im Laufe einer bestimmten Zeitperiode (Monat) ermittelt und Grenzen für eine kritische bzw. unannehmbare *Enterobacteriaceae*-Prävalenz evaluiert werden. Allerdings sind bei getrennter Ermittlung der *Enterobacteriaceae*-Zahlen und der Nachweishäufigkeit, wie aus der aufgeführten Situation in den Betrieben C und D ersichtlich ist, differenziertere Aussagen möglich.



### 6.3.3. Gegenüberstellung der GKZ- und der *Enterobacteriaceae*-Ergebnisse

Innerhalb der untersuchten Betriebe liessen sich auf Tierkörpern mit durchschnittlich hohen GKZ-Ergebnissen eher *Enterobacteriaceae* respektive höherer *Enterobacteriaceae*-Zahlen nachweisen. Diese Tendenz erwies sich für den *Enterobacteriaceae*-Nachweis für Proben von Rinderschlachttierkörpern in den Betrieben A, C und D sowie für Proben von Schweineschlachttierkörpern in den Betrieben B und C als signifikant und für die *Enterobacteriaceae*-Zahlen bei Rinderschlachttierkörpern in allen Betrieben und bei Schweineschlachttierkörpern in den Betrieben A, B und C als signifikant. Allerdings war diese Tendenz in den verschiedenen Betrieben unterschiedlich stark ausgeprägt, wie sich in den errechneten Korrelationskoeffizienten respektive dem Bestimmtheitsmass deutlich zeigte.

Die Gegenüberstellung der tagesdurchschnittlichen  $\log_{10}$ -Werte der GKZ-Ergebnisse sowie der *Enterobacteriaceae*-Zahlen zeigt, dass sich bei den Ergebnissen von Rinderschlachttierkörpern der Betriebe A, C und D in der Graphik tendenziell Gemeinsamkeiten im Verlauf dieser beiden Parameter feststellen liessen und die Korrelationen sich als signifikant erwiesen, während bei Schweineschlachttierkörpern solche Gemeinsamkeiten in der Graphik nicht zu erkennen waren und einzig im Betrieb B eine signifikante Korrelation erreicht wurde.

Die beste Korrelation wurde dabei für Rinderschlachttierkörpern im Betrieb C mit einem Korrelationskoeffizienten von  $r=0.71$  und einem Bestimmtheitsmass (B) von 50.8% für die Einzelwerte respektive  $r=0.76$  und  $B=58.2\%$  für die tagesdurchschnittlichen  $\log_{10}$ -Werte von Rinderschlachttierkörpern und für Schweineschlachttierkörper mit  $r=0.60$  und  $B=35.9\%$  für die Einzelwerte im Betrieb C respektive  $r=0.50$  und  $B=25.2\%$  für die tagesdurchschnittlichen  $\log_{10}$ -Werte im Betrieb B erreicht.

Der Vergleich zwischen den Betrieben zeigte allerdings, dass obwohl der Mittelwert der logarithmierten GKZ-Ergebnisse der Einzelwerte sowie der tagesdurchschnittlichen  $\log_{10}$ -Werte im Betrieb C bei den Rinderschlachttierkörpern mit den Ergebnissen der anderen Betriebe vergleichbar und bei den Schweineschlachttierkörpern unter denjenigen der anderen Betriebe lag, sich in diesem Betrieb bei Rinder- und Schweineschlachttierkörpern die im Vergleich zu den anderen Betrieben höchste *Enterobacteriaceae*-Mittelwerte, sowohl der Einzelwerte wie auch der tagesdurchschnittlichen  $\log_{10}$ -Werte, nachweisen liessen. Diese Gegebenheiten im Betrieb C liessen sich auch durch die Bestimmung des Anteils *Enterobacteriaceae*-positiver Proben bestätigen und unterstreichen die Bedeutung des *Enterobacteriaceae*-Nachweises.

Die Situation im Betrieb C zeigt eindrücklich, dass bei alleiniger Bestimmung der GKZ ohne den Nachweis der *Enterobacteriaceae* respektive ohne die Ermittlung der *Enterobacteriaceae*-Zahlen im Vergleich zu den anderen Schlachthöfen ein verfälschtes Bild entstanden und somit wäre der Hinweis auf mögliche Probleme in der Schlachthygiene, die zu einer fäkalen Kontamination der Schlachttierkörper führen, nicht erfasst worden.

#### **6.4. Vorschlag betriebsübergreifender Grenzzlinien gemäss der EU Entscheidung 2001/471/EG für die Nass-Trockentupfertechnik (NTT)**

Für die Bewertung der tagesdurchschnittlichen  $\log_{10}$ -Werte (annehmbar, kritisch und unannehmbar) im Rahmen eines mikrobiologischen Monitorings von Schlachttierkörpern sind bei Anwendung destruktiver Probenentnahmeverfahren entsprechende betriebsübergreifende Grenzzlinien in der EU-Entscheidung 2001/471/EG aufgeführt. Für die ebenfalls in der EU-Entscheidung zugelassene nicht-destruktive NTT fehlen bis anhin solche Grenzzlinien. Diese müssen jedoch bei Anwendung anderer als der destruktiven Verfahren verifiziert und von der zuständigen Behörde genehmigt werden.

Für die Evaluation betriebsübergreifender Grenzzlinien wurden die nach Tierarten getrennten tagesdurchschnittlichen  $\log_{10}$ -Werte der untersuchten Betriebe zusammengefasst. Anhand dieser sowie im Vergleich zu den  $\log_{10}$ -Werte der Einzelergebnisse der einzelnen Tierkörper sowie den Vorgaben der EU-Entscheidung für destruktive Probenentnahmeverfahren wurden Grenzzlinien für die geforderten Kategorien (annehmbar, kritisch und unannehmbar) bei nicht-destruktiver Probenentnahme mittels NTT evaluiert.

Auf Grundlage der ermittelten betriebsübergreifenden 90. und 97.5. Percentile konnten erste Rückschlüsse auf die Lage der Grenzzlinien gewonnen werden. Die gewählten Percentile ergeben sich aus den Zufallstreubereichen wie sie zur Berechnung der Grenzzlinien der Qualitätsregenkarte verwendet wurden. Diese wurden durch die Bereiche der Warngrenzen (80%-Bereich, begrenzt durch das 10. und 90. Percentil) und der Eingriffsgrenzen (95%-Bereich, begrenzt durch das 2.5. und 97.5. Percentil) abgegrenzt.

Das 90. respektive 97.5. Percentil der tagesdurchschnittlichen  $\log_{10}$ -Werte der GKZ-Ergebnisse lag dabei bei 3.29 respektive 3.94  $\log_{10}$  KBE/cm<sup>2</sup> bei Proben von Rinder- und bei 3.73 respektive 3.84  $\log_{10}$  KBE/cm<sup>2</sup> bei Proben von Schweineschlachttierkörpern. Wie vorgängig aufgeführt, lassen sich die sehr hohen tagesdurchschnittlichen  $\log_{10}$ -Werte von Schweineschlachttierkörpern im Betrieb D vermutlich auf eine hygienische Schwachstelle im Schlachtprozess zurückführen. Ohne Berücksichtigung der tagesdurchschnittlichen  $\log_{10}$ -Werte aus dem Betrieb D, lagen das 90. respektive 97.5. Percentil der GKZ-Ergebnisse von Schweineschlachttierkörpern bei 3.08 respektive 3.3  $\log_{10}$  KBE/cm<sup>2</sup>.

Statistisch erwiesen sich die Unterschiede in den tagesdurchschnittlichen  $\log_{10}$ -Werten der GKZ-Ergebnisse zwischen Rinder- und Schweineschlachttierkörpern mittels t-Test für ungepaarte Stichproben betriebsübergreifend, mit und ohne Berücksichtigung der Resultate aus dem Betrieb D, als nicht signifikant. Daher werden für das mikrobiologische Monitoring von Rinder- und Schweineschlachttierkörpern die gleichen betriebsübergreifenden Grenzzlinien vorgeschlagen.

Das analoge Vorgehen wurde auch bei den *Enterobacteriaceae*-Zahlen gewählt. Dabei lag das 90. respektive 97.5. Perzentil der tagesdurchschnittlichen  $\log_{10}$ -Werte der *Enterobacteriaceae*-Ergebnisse bei 1.18 respektive 1.93  $\log_{10}$  KBE/cm<sup>2</sup> bei Proben von Rinder- und bei 0.67 respektive 0.89  $\log_{10}$  KBE/cm<sup>2</sup> bei Proben von Schweineschlachttierkörpern.

Statistisch erwiesen sich die Unterschiede in den tagesdurchschnittlichen  $\log_{10}$ -Werten der *Enterobacteriaceae*-Ergebnisse zwischen Rinder- und Schweineschlachttierkörpern mittels t-Test für ungepaarte Stichproben betriebsübergreifend, mit und ohne Berücksichtigung der Resultate aus dem Betrieb C als signifikant. Allerdings wurde im Sinne einer einheitlichen Hygieneüberwachung und unter Berücksichtigung der bei Anwendung des destruktiven Verfahrens vorgegebenen Grenzzlinien zunächst für einen ersten Vorschlag eines Monitoring von Schlachttierkörpern auf unterschiedliche Grenzzlinien für Rinder- und Schweineschlachttierkörper verzichtet.

Der aus den aufgeführten Vorgaben und Überlegungen resultierende Vorschlag ist in Tabelle 33 zusammengestellt.

Tabelle 33: Vorschlag von Grenzzlinien zur Beurteilung der Ergebnisse (tagesdurchschnittliche  $\log_{10}$ -Werte; Gesamtkeimzahl, *Enterobacteriaceae*) von Rinder- und Schweineschlachttierkörpern gemäss der von der EU-Entscheidung 2001/471/EG geforderten Kategorien (annehmbar, kritisch und unannehmbar) bei Probenentnahme mittels nicht-destruktivem Nass-Trockentupfverfahren (NTT)

	Annehmbarer Bereich ( $\log_{10}$ KBE/cm <sup>2</sup> )	Kritischer Bereich ( $\log_{10}$ KBE/cm <sup>2</sup> )	Unannehmbare Bereich ( $\log_{10}$ KBE/cm <sup>2</sup> )
Gesamtkeimzahl	< 3.25	3.25-4.00	> 4.00
<i>Enterobacteriaceae</i>	< 1.00	1.00-2.00	> 2.00

Allerdings sind solche Vorgaben betriebsübergreifender mikrobiologischer Bewertungskriterien gemäss der EU-Entscheidung 2001/471/EG nur als "Baseline" im Interesse einer einheitlichen Hygieneüberwachung anzusehen. Die Bewertung von Ergebnissen mikrobiologischer Monitoringuntersuchungen sollte grundsätzlich auf der Basis betriebseigener, vergleichbarer Daten erfolgen.

## 6.5. Schlussfolgerungen

Die Ergebnisse der vorliegenden, gemäss den Vorgaben der EU-Entscheidung 2001/471/EG mittels Nass-Trockentupfertechnik (NTT) durchgeführten mikrobiologischen Untersuchungen (Gesamtkeimzahl, *Enterobacteriaceae*) von Rinder- und Schweineschlachttierkörpern aus fünf respektive vier EU-zugelassenen Schlachtbetrieben der Schweiz zeigen, dass, sowohl ausgehend von den Einzelwerten der Tierkörper (vertikale Poolprobe) als auch ausgehend von den tagesdurchschnittlichen  $\log_{10}$ -Werten von 10 Tierkörpern:

1. Ein mikrobiologisches Monitoring von Schlachttierkörpern mittels nicht-destruktiver NTT lässt, wenn es regelmässig durchgeführt wird, aussagekräftige Rückschlüsse auf das Hygieneverhalten in einem Schlachtbetrieb zu.
2. Mittels der NTT lassen sich signifikante Unterschiede in den Keimzahl-Höhen zwischen den untersuchten Schlachtbetrieben feststellen und grundsätzlich wiesen die gleichen Betrieb sowohl für Rinder- als auch für Schweineschlachttierkörper die höchsten respektive tiefsten Keimzahl-Mittelwerte auf.
3. Die gemeinsame Bestimmung der aeroben mesophilen GKZ und der *Enterobacteriaceae* ist für eine aussagekräftige Verifikation der Schlachthygiene geeignet und notwendig.

Zur Darstellung der nach Tierkörper geordneten (gepoolten) GKZ-Ergebnisse ist ein für alle Mitarbeiter verständliches Modell, z.B. ein Balkendiagramm mit nicht logarithmierten Werten, empfehlenswert. Solche Darstellungen können einen wesentlichen Beitrag zur Sensibilisierung der Mitarbeiter leisten.

Aufgrund der Betriebsspezifität der Ergebnisse besteht in der mikrobiologischen Qualitätssicherung ein Bedarf an biometrisch fundierten Konzepten. Bei der Aufzeichnung der tagesdurchschnittlichen  $\log_{10}$ -Werte von Rinder- und Schweineschlachttierkörpern bietet die Qualitätsregelkarten-Technik (QRK) trotz des anspruchsvollen statistischen Hintergrundes eine einfach zu erstellende, graphisch einprägsame Dokumentation. Die QRK-Technik erlaubt es auf Basis von betriebsspezifischen Daten, Warn- und Eingriffsgrenzen (80%- und 95%-Zufallsstrebereich) zu ermitteln und ermöglicht dadurch eine langfristige Verifikation der Schlachthygiene.

Alternativ zur Bestimmung der *Enterobacteriaceae*-Zahlen hat sich in Anbetracht der im Allgemeinen geringen *Enterobacteriaceae*-Zahlen respektive des hohen Anteils der Ergebnisse unter der Nachweisgrenze auch die *Enterobacteriaceae*-Nachweishäufigkeit zur zuverlässigen Ermittlung von Schwachstellen im Schlachtprozess, die zu einer fäkalen Kontamination führen, als geeignet erwiesen. Daher ist es sinnvoll, Grenzen für eine kritische bzw. unannehmbare Nachweishäufigkeit von *Enterobacteriaceae* zu evaluieren. Allerdings sind bei getrennter Ermittlung der *Enterobacteriaceae*-Zahlen und der Nachweishäufigkeit differenziertere Aussagen möglich.

Wenn auch die Vorgaben der Entscheidung 2001/471/EG die Anforderungen für eine langfristige Verifikation der Schlachthygiene in einem Betrieb erfüllen, ist zu beachten, dass Verlaufskurven von "Durchschnittswerten" die Gefahr beinhalten, dass die Auswirkungen von Hygieneschwachstellen, die nur an bestimmten Lokalisationen der Schlachttierkörper zu erhöhter mikrobieller Kontamination führen, nivelliert werden und daher erst gravierendere Mängel in der Schlachthygiene erkannt werden. Insbesondere ist es nicht möglich, stärker kontaminierte Körperpartien direkt zu erkennen und damit Rückschlüsse auf betriebsspezifische Hygieneschwachstellen im Schlachtprozess zu ziehen und ein schnelles Ergreifen von Massnahmen zu gewährleisten. Daher sind bei abweichenden Ergebnissen

ergänzende, nach Entnahmestellen aufgeschlüsselte Untersuchungen vorzusehen. Dabei ist es möglich, die Proben horizontal zu poolen oder – aussagekräftiger – die Einzelergebnisse als Boxplot darzustellen. Zudem ist zu empfehlen, dass zusätzlich zu den von der EU geforderten Untersuchungen periodisch (z.B. alle drei Monate) eine nach Probenentnahmestellen aufgeschlüsselte mikrobiologische Untersuchung durchgeführt wird, um über zusätzliche, aussagekräftigere Daten zu verfügen.

Aufgrund der vorliegenden Daten werden folgende Grenzwerte ( $\log_{10}$  KBE/cm<sup>2</sup>) zur Beurteilung der Ergebnisse (tagesdurchschnittliche  $\log_{10}$ -Werte) von Rinder- und Schweineschlachttierkörpern bei nicht-destruktiver Probenentnahme mittels NTT gemäss der von der EU-Entscheidung 2001/471/EG geforderten Kategorien vorgeschlagen: aerobe mesophile Gesamtkeimzahl: annehmbar:  $< 3,25$ , kritisch:  $3,25 - 4,00$ , unannehmbar:  $> 4,00$ ; *Enterobacteriaceae*: annehmbar  $< 1$ , kritisch:  $1,00 - 2,00$ , unannehmbar:  $> 2,00$ . Die Bewertung von Ergebnissen mikrobiologischer Monitoringuntersuchungen sollte jedoch grundsätzlich auf der Basis betriebseigener, vergleichbarer Daten erfolgen. Die Vorgabe betriebsübergreifenden mikrobiologischen Bewertungskriterien kann daher nur als "Baseline" angesehen werden.

## 7. Abbildungen

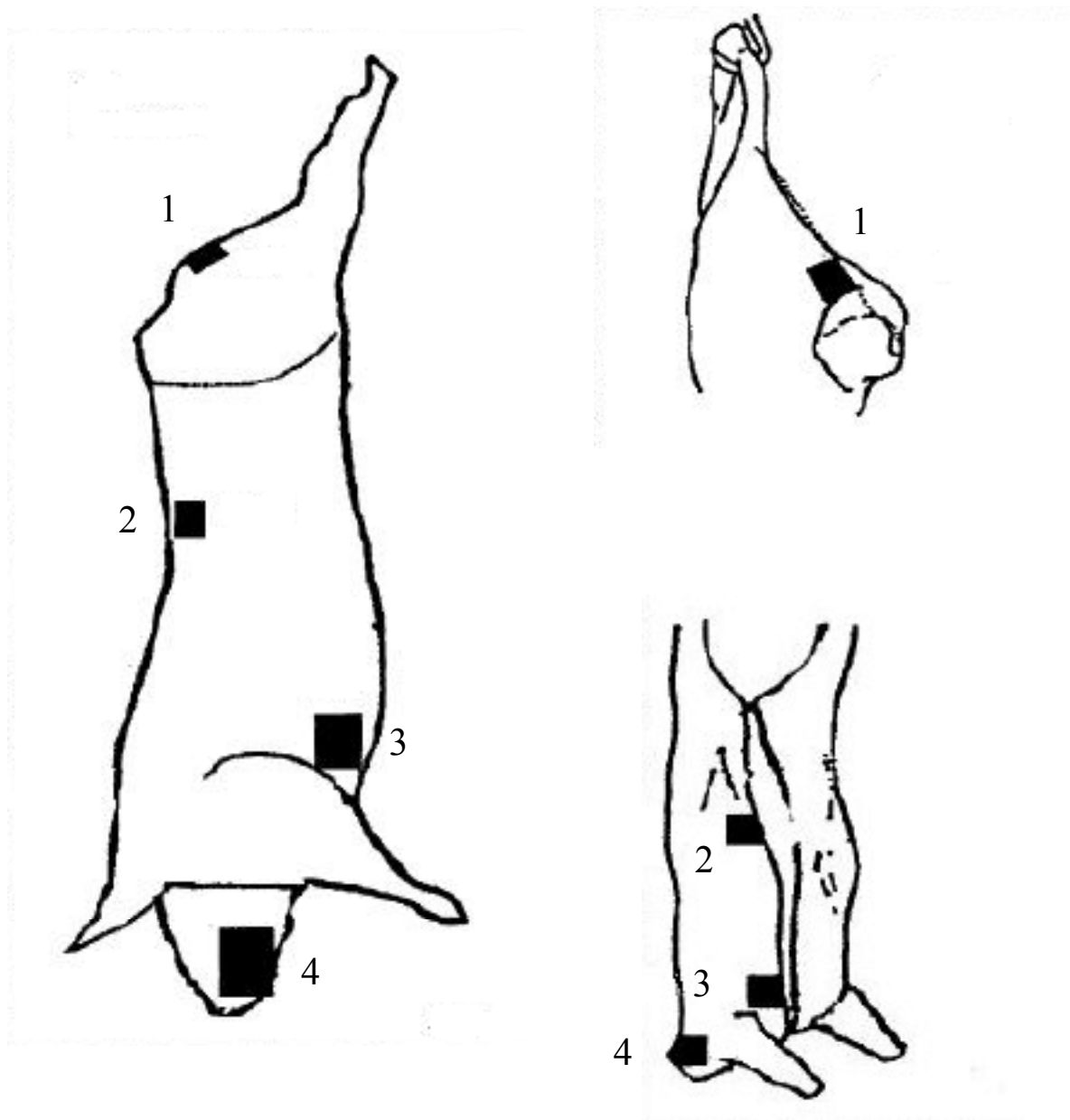


Abbildung 1: Probenentnahmestellen an Schweine- und Rinderschlachttierkörpern gemäss der EU-Entscheidung 2001/471/ EG (Schwein: 1, Schinken; 2, Rücken; 3, Brust; 4, Backe; Rind: 1, Keule; 2, Flanke; 3, Unterbrust; 4, Kamm)



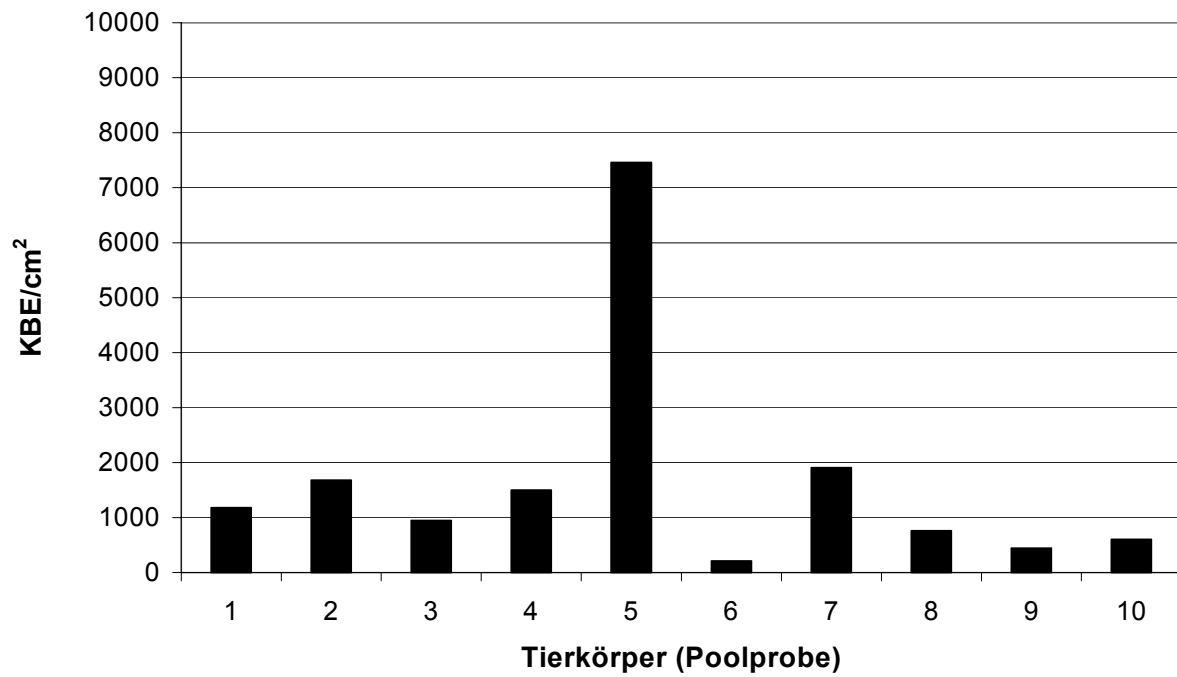


Abbildung 2: GKZ-Ergebnisse von **Rinderschlachttierkörpern** eines Untersuchungstages des **Betriebes A**

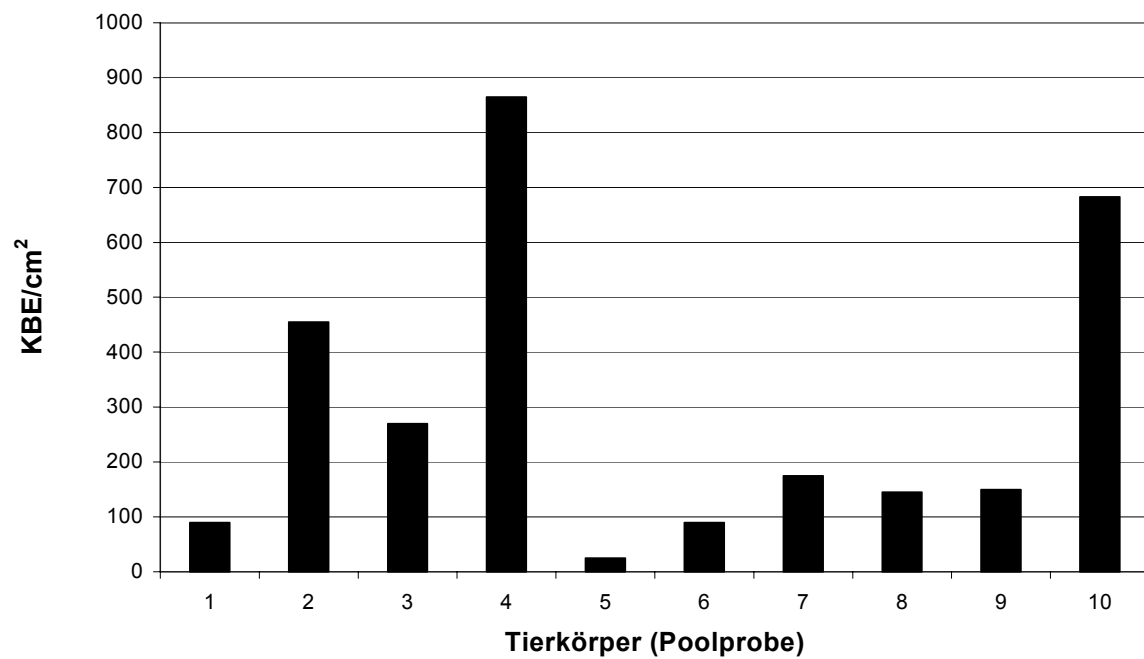


Abbildung 3: GKZ-Ergebnisse von **Rinderschlachttierkörpern** eines Untersuchungstages des **Betriebes B**

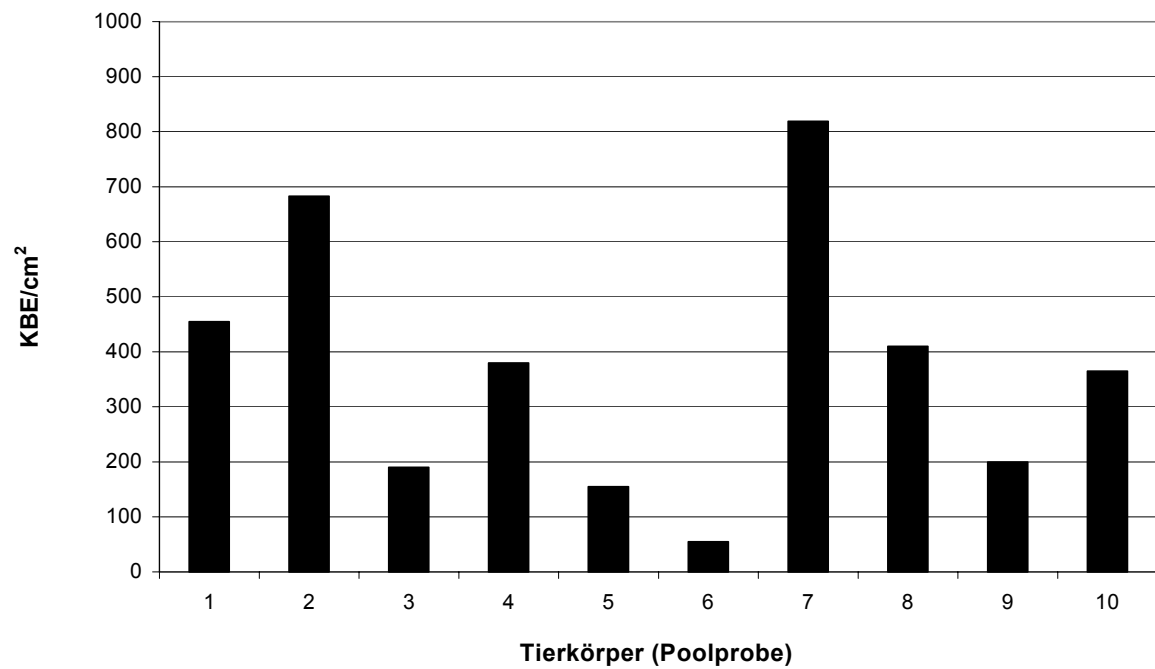


Abbildung 4: GKZ-Ergebnisse von **Rinderschlachttierkörpern** eines Untersuchungstages des **Betriebes C**

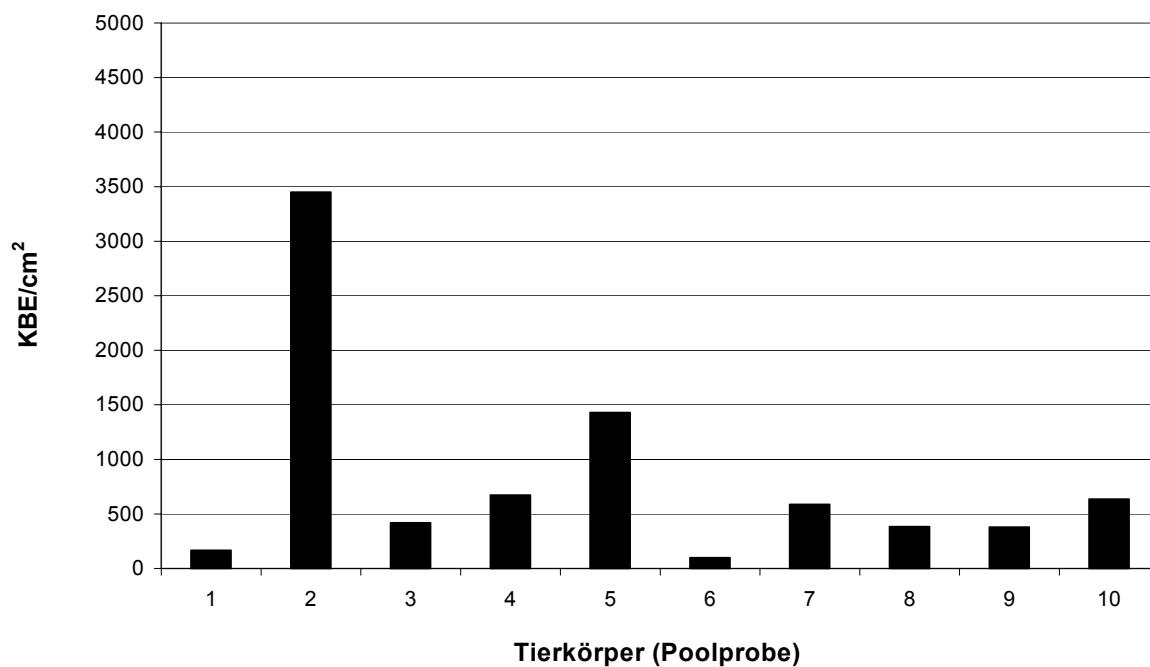


Abbildung 5: GKZ-Ergebnisse von **Rinderschlachttierkörpern** eines Untersuchungstages des **Betriebes D**

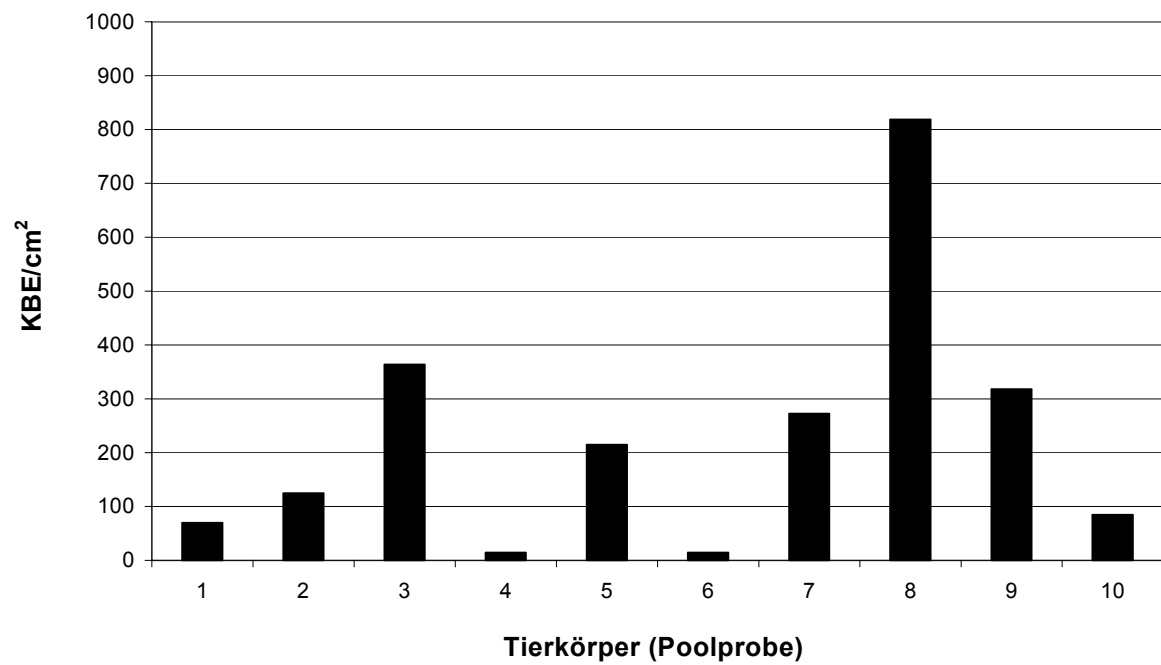


Abbildung 6: GKZ-Ergebnisse von **Rinderschlachttierkörpern** eines Untersuchungstages des **Betriebes E**

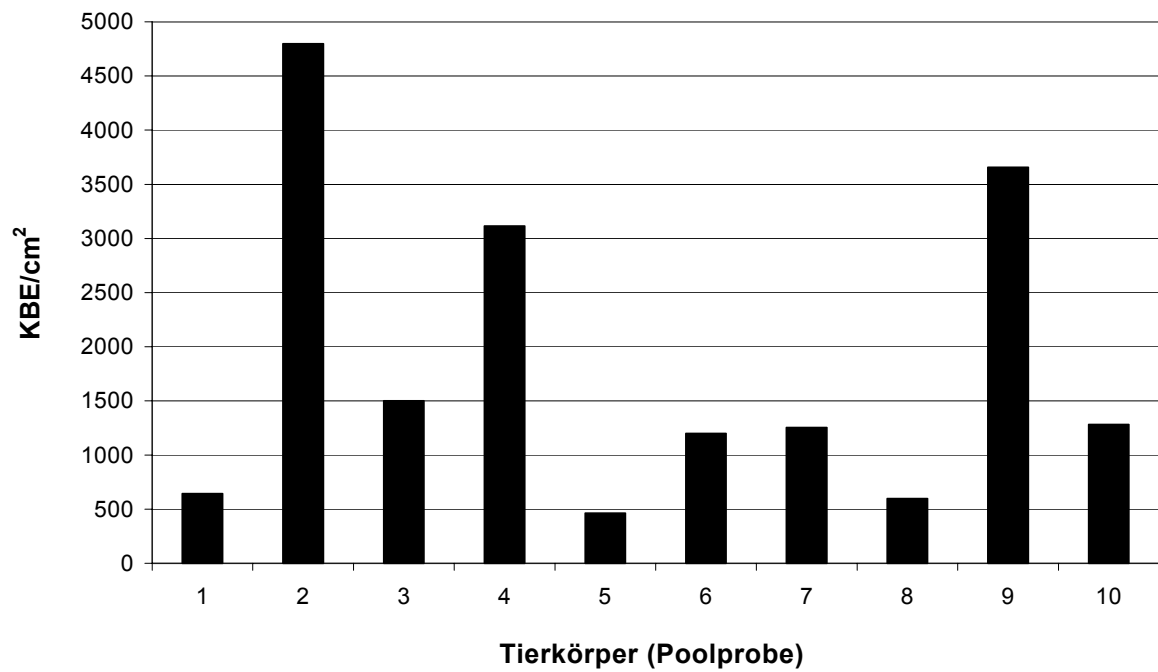


Abbildung 7: GKZ-Ergebnisse von **Schweineschlachttierkörpern** eines Untersuchungstages des **Betriebes A**

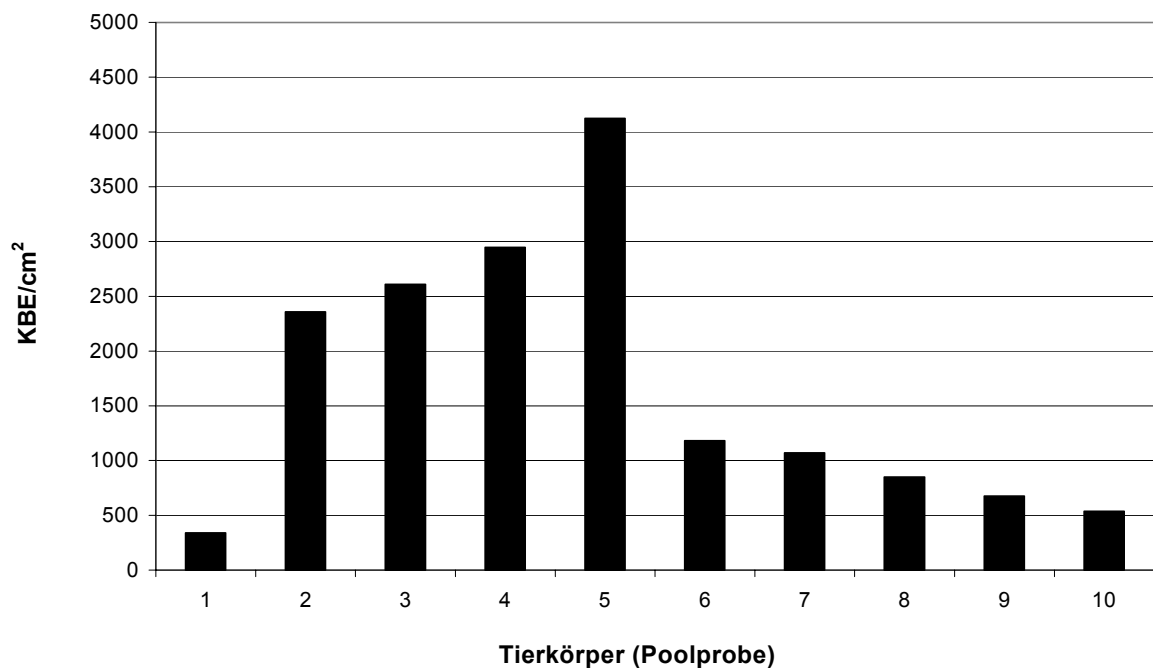


Abbildung 8: GKZ-Ergebnisse von **Schweineschlachttierkörpern** eines Untersuchungstages des **Betriebes B**

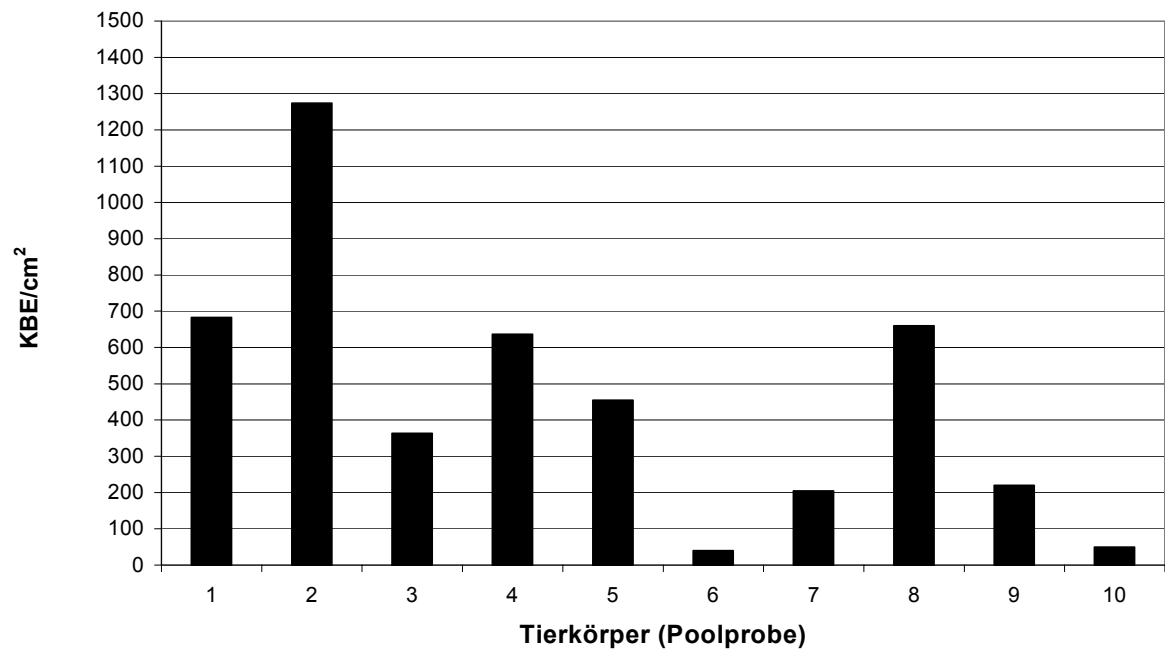


Abbildung 9: GKZ-Ergebnisse von **Schweineschlachttierkörpern** eines Untersuchungstages des **Betriebes C**



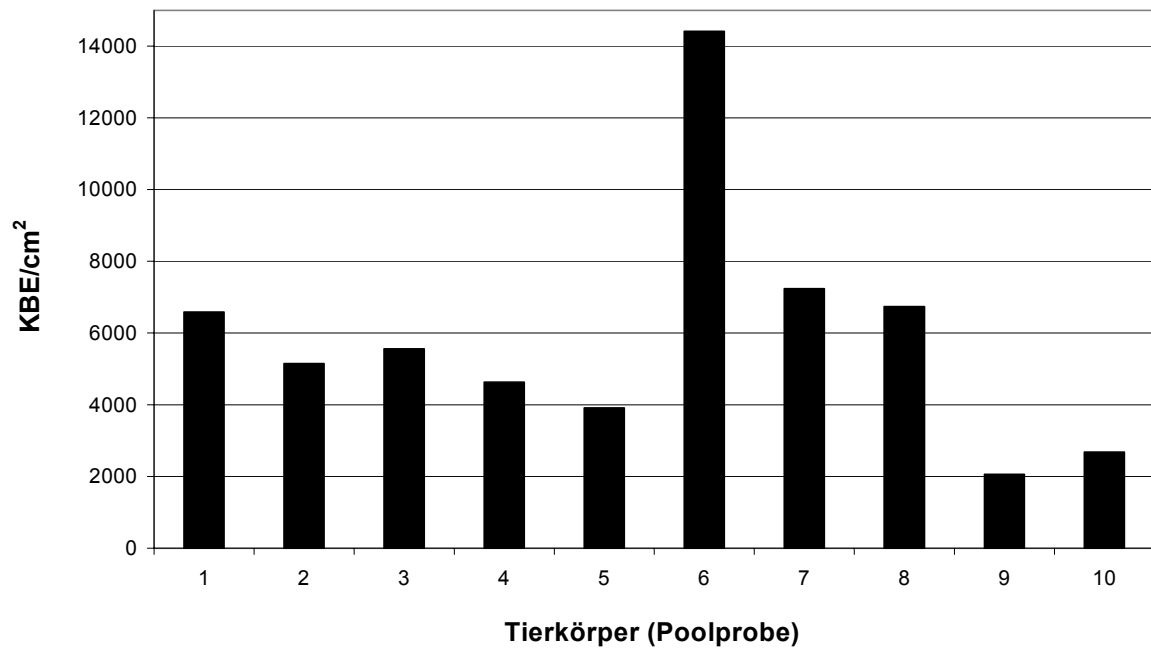


Abbildung 10: GKZ-Ergebnisse von **Schweineschlachttierkörpern** eines Untersuchungstages des **Betriebes D**

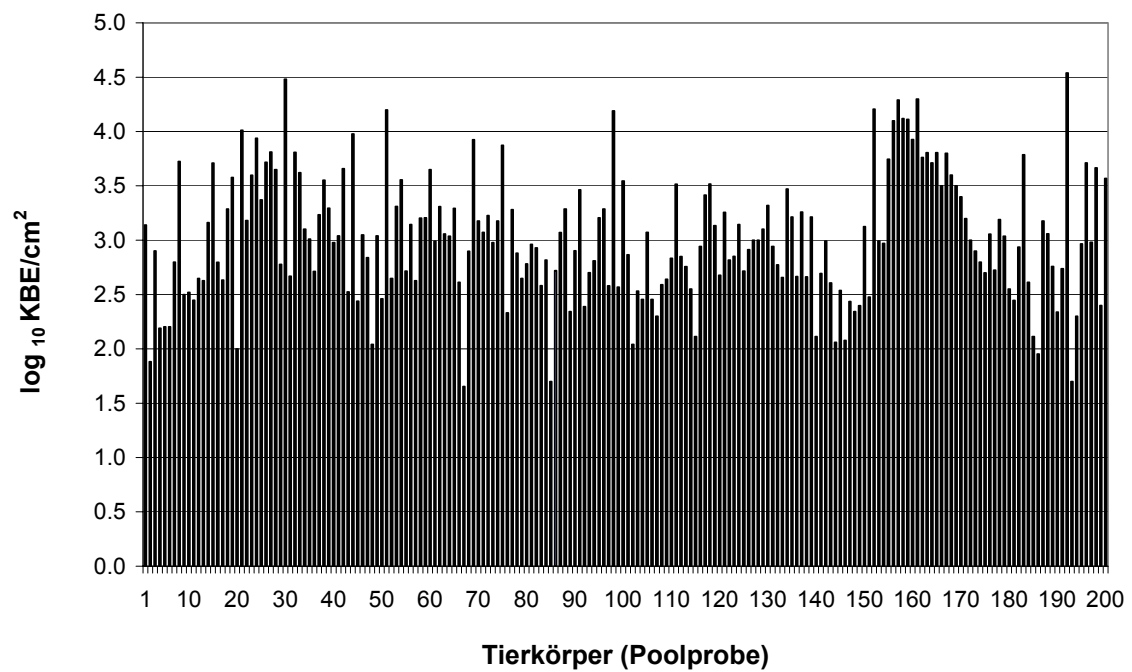


Abbildung 11: GKZ-Ergebnisse von **Rinderschlachttierkörpern** des **Betriebes A** über einen Zeitraum von drei Monaten (n=200, Stichprobenumfang pro Untersuchungstag: 10 Tierkörper)

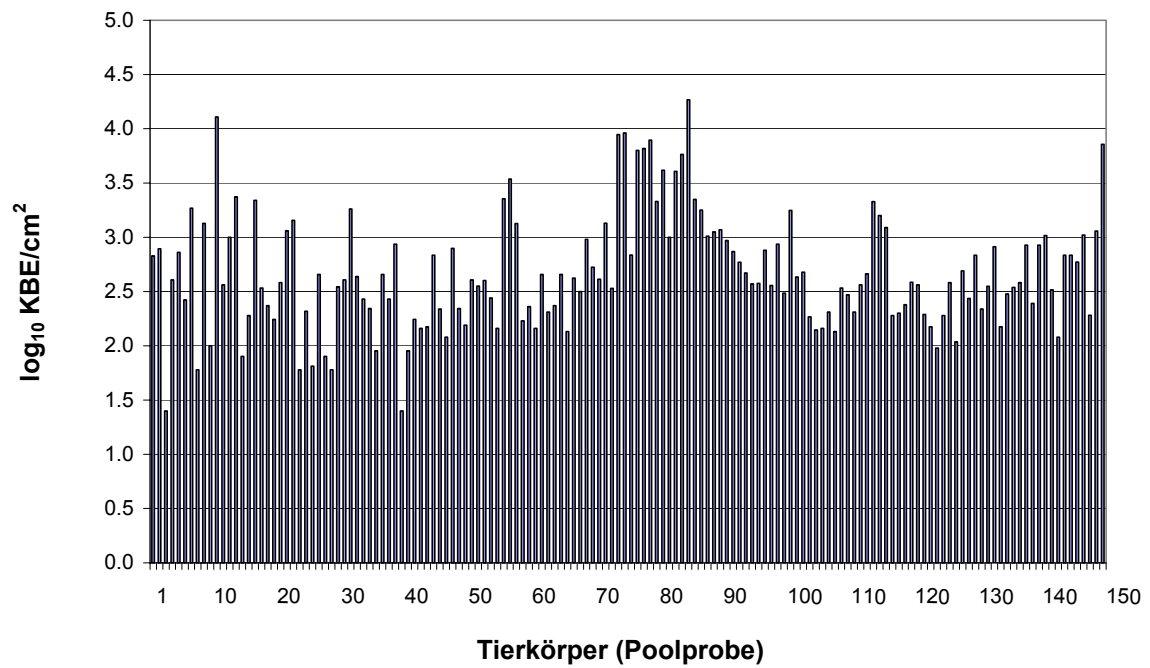


Abbildung 12: GKZ-Ergebnisse von **Rinderschlachttierkörpern** des **Betriebes B** über einen Zeitraum von drei Monaten (n=150, Stichprobenumfang pro Untersuchungstag: 10 Tierkörper)

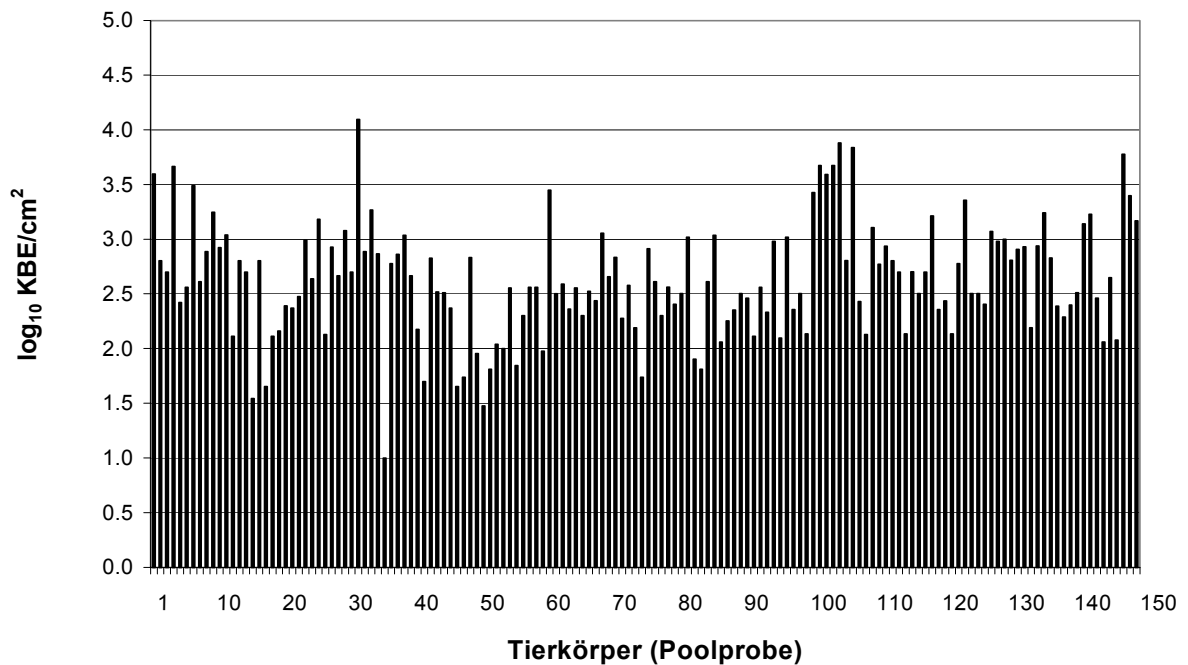


Abbildung 13: GKZ-Ergebnisse von **Rinderschlachttierkörpern** des **Betriebes C** über einen Zeitraum von drei Monaten (n=150, Stichprobenumfang pro Untersuchungstag: 10 Tierkörper)

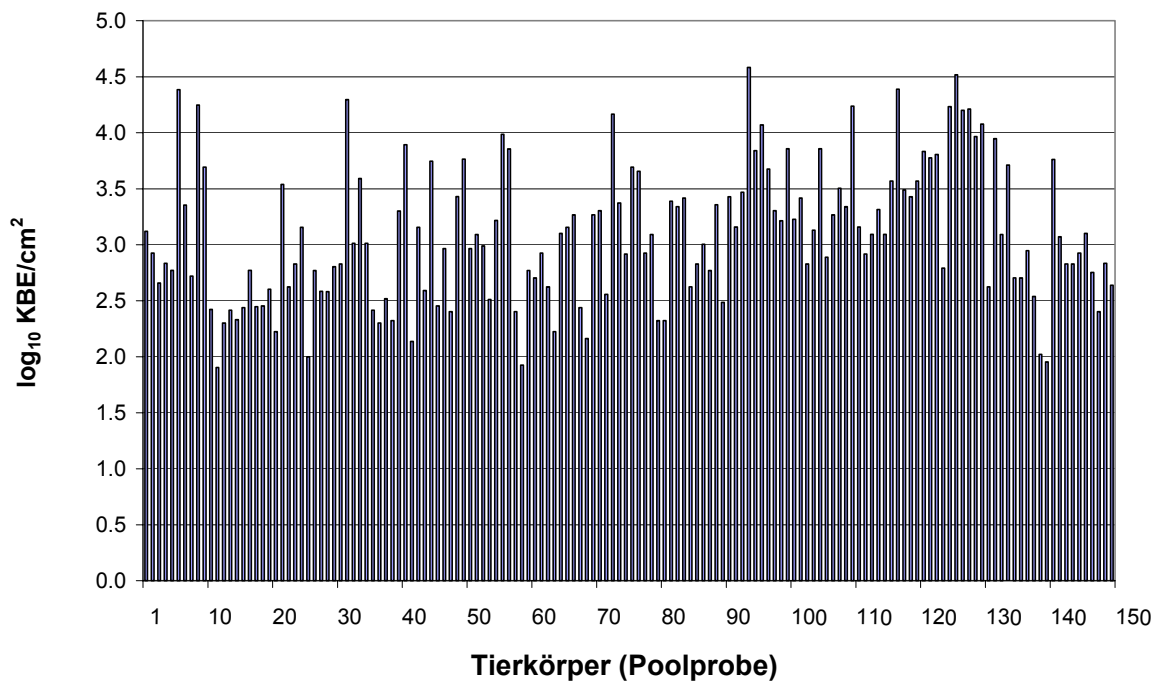


Abbildung 14: GKZ-Ergebnisse von **Rinderschlachttierkörpern** des **Betriebes D** über einen Zeitraum von drei Monaten (n=150, Stichprobenumfang pro Untersuchungstag: 10 Tierkörper)

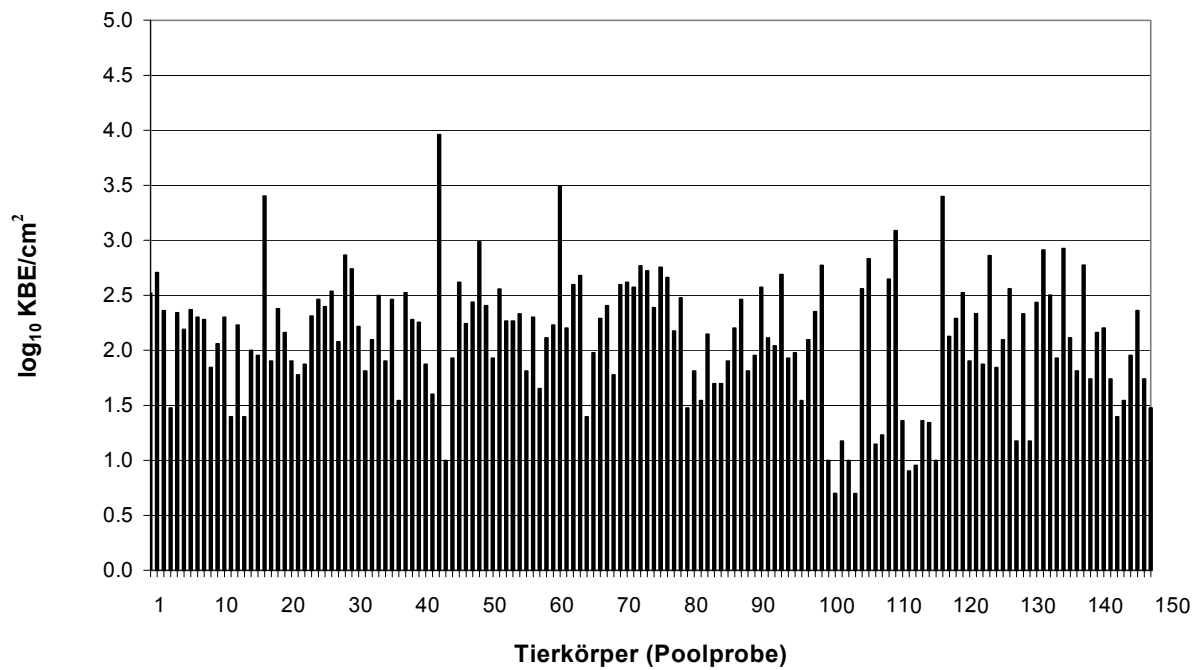


Abbildung 15: GKZ-Ergebnisse von **Rinderschlachttierkörpern** des **Betriebes E** über einen Zeitraum von drei Monaten (n=150, Stichprobenumfang pro Untersuchungstag: 10 Tierkörper)

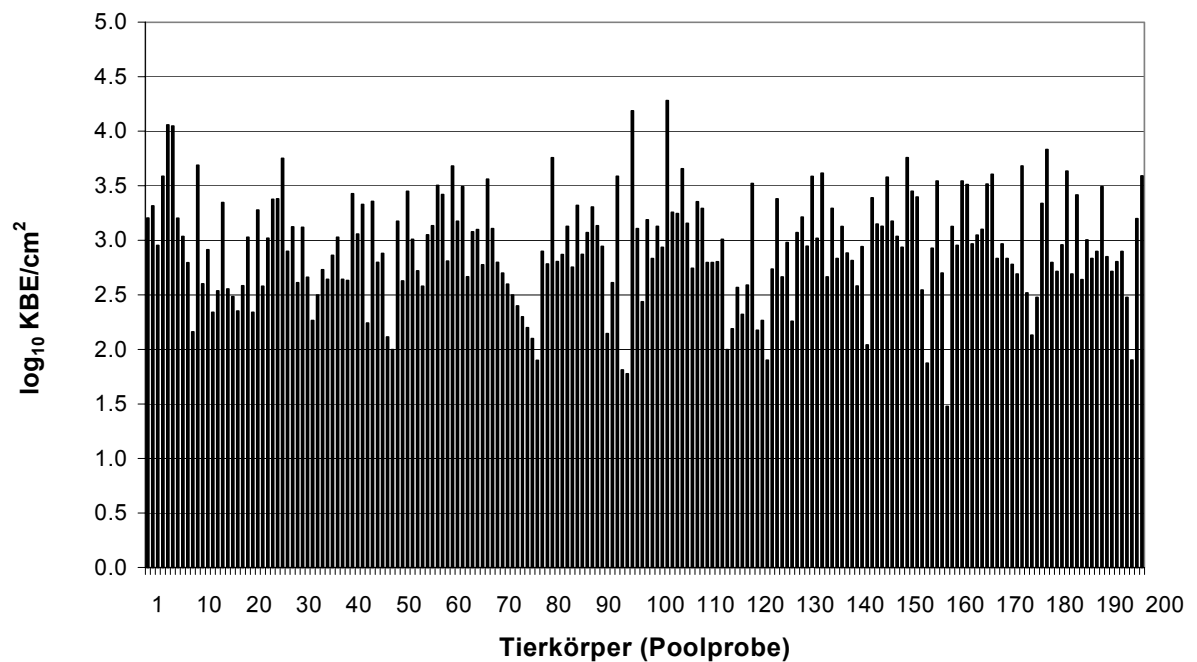


Abbildung 16: GKZ-Ergebnisse von **Schweineschlachttierkörpern** des **Betriebes A** über einen Zeitraum von drei Monaten (n=200, Stichprobenumfang pro Untersuchungstag: 10 Tierkörper)

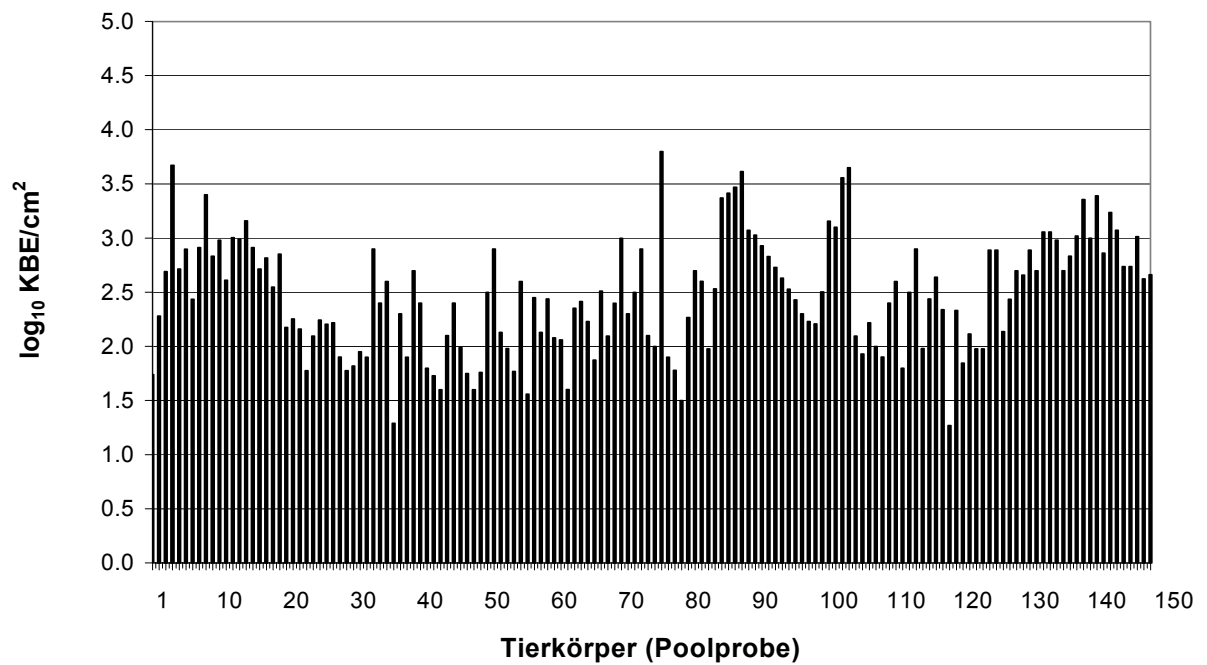


Abbildung 17: GKZ-Ergebnisse von **Schweineschlachttierkörpern** des **Betriebes B** über einen Zeitraum von drei Monaten (n=150, Stichprobenumfang pro Untersuchungstag: 10 Tierkörper)



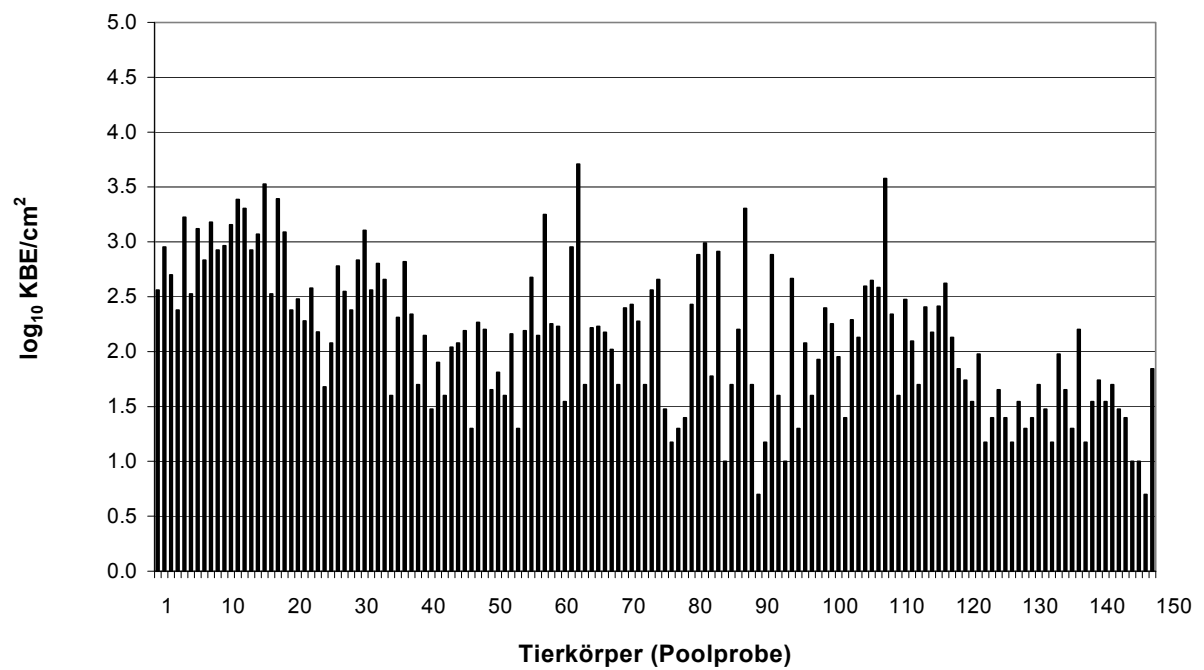


Abbildung 18: GKZ-Ergebnisse von **Schweineschlachttierkörpern** des **Betriebes C** über einen Zeitraum von drei Monaten (n=150, Stichprobenumfang pro Untersuchungstag: 10 Tierkörper)

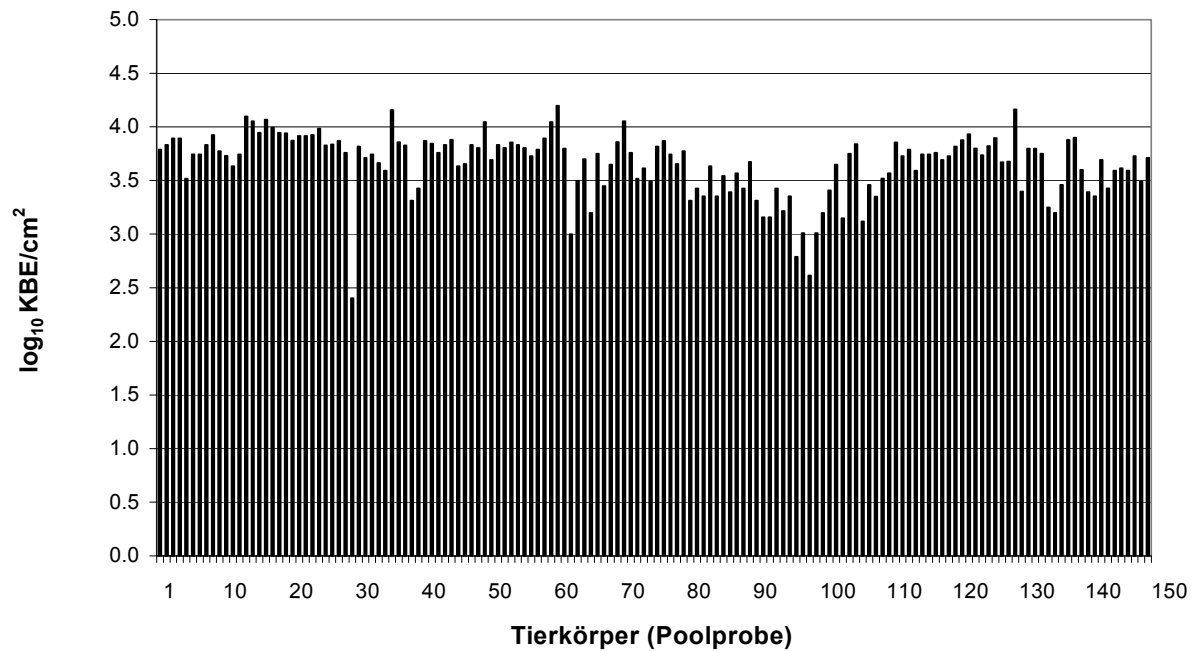


Abbildung 19: GKZ-Ergebnisse von **Schweineschlachttierkörpern** des **Betriebes D** über einen Zeitraum von drei Monaten (n=150, Stichprobenumfang pro Untersuchungstag: 10 Tierkörper)

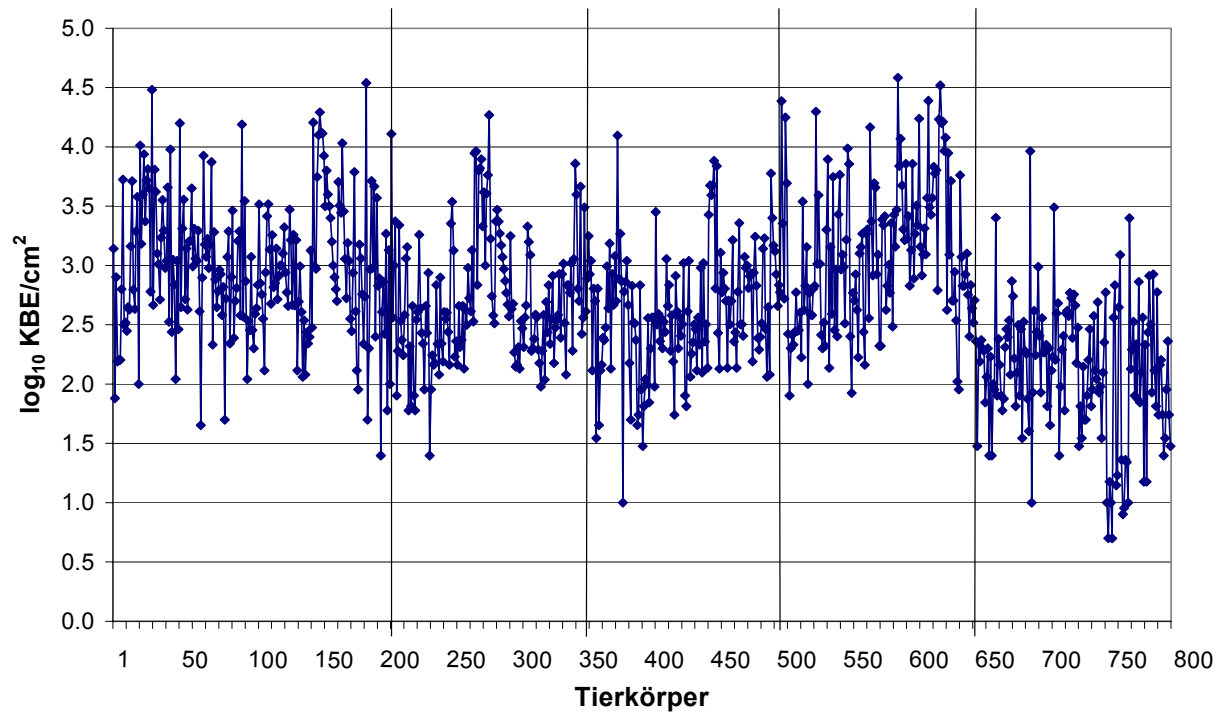


Abbildung 20: GKZ-Ergebnisse von 800 **Rinderschachttierkörpern** aus fünf Betrieben (Betriebe A: Tierkörper 1-200; B: 201-350; C: 351- 500; D: 501-650; E: 651-800)

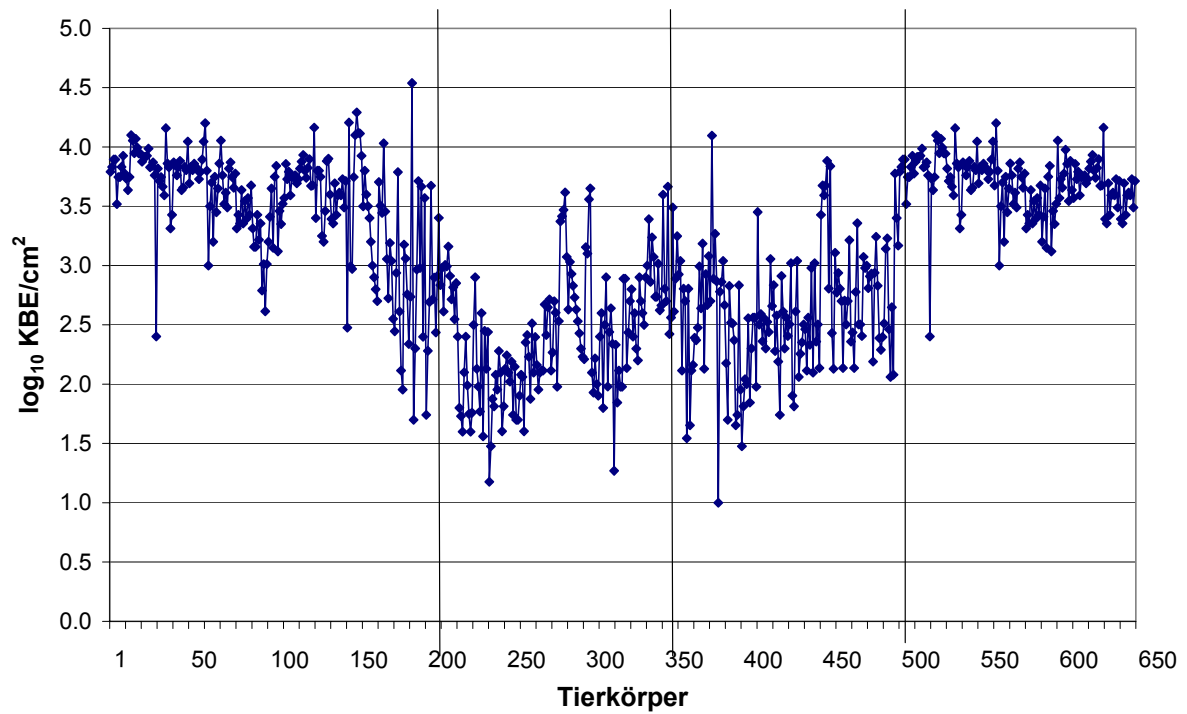


Abbildung 21: GKZ-Ergebnisse von 650 **Schweineschachttierkörpern** aus vier Betrieben  
(Betriebe A: Tierkörper 1-200; B: 201-350; C: 351- 500; D: 501-650)

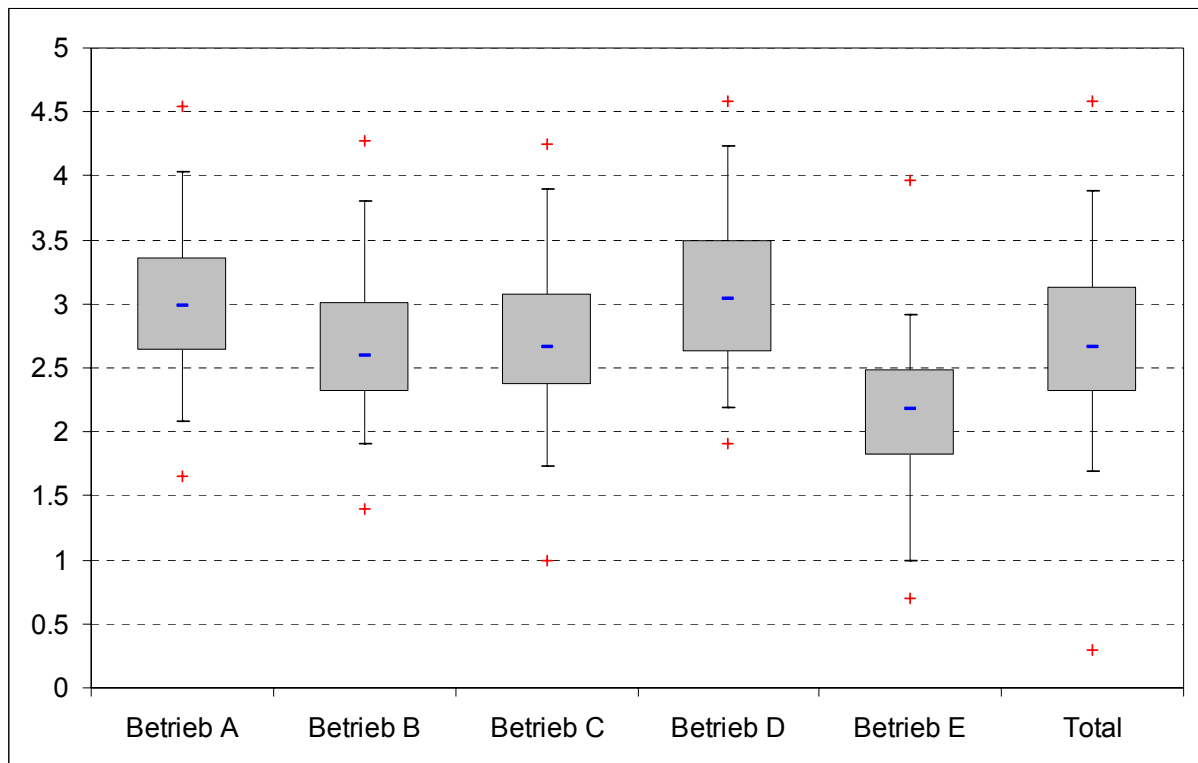


Abbildung 22: Boxplot-Darstellung der GKZ-Ergebnisse ( $\log_{10}$  KBE/cm<sup>2</sup>) von **Rinderschlachttierkörpern** der Betriebe A bis E (n=800)

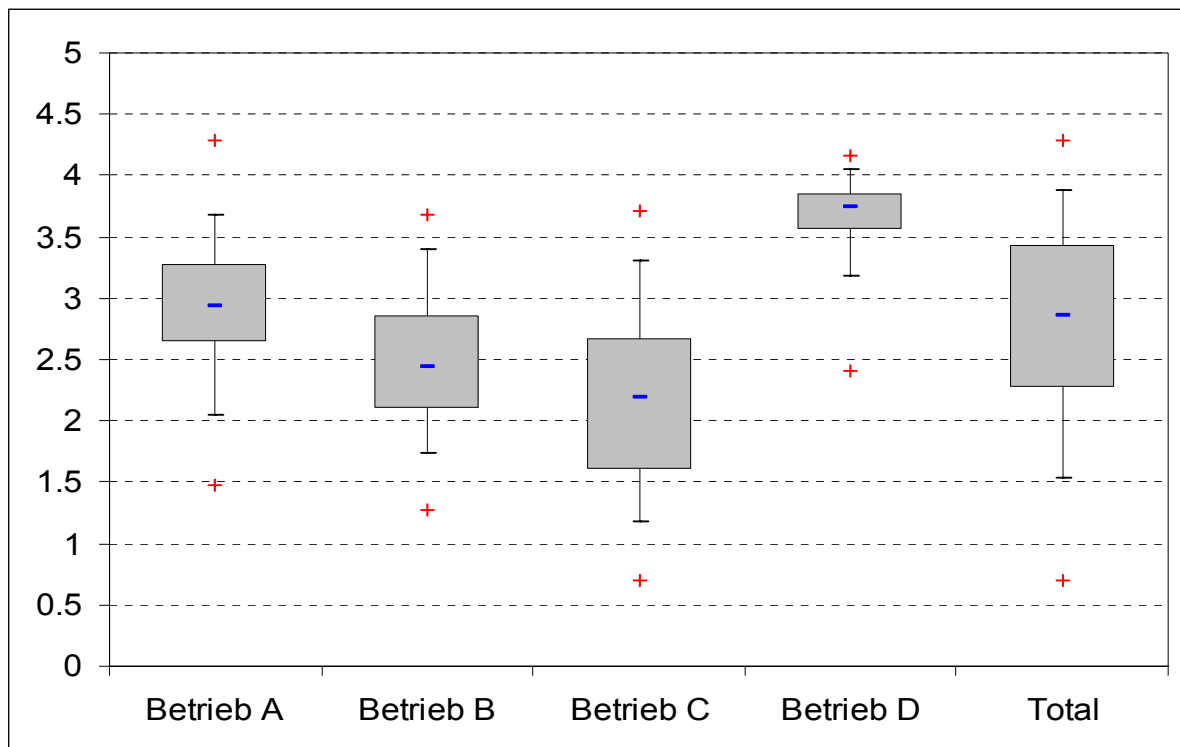


Abbildung 23: Boxplot-Darstellung der GKZ-Ergebnisse ( $\log_{10}$  KBE/cm<sup>2</sup>) von **Schweineschlachttierkörpern** der Betriebe A bis D (n=650)

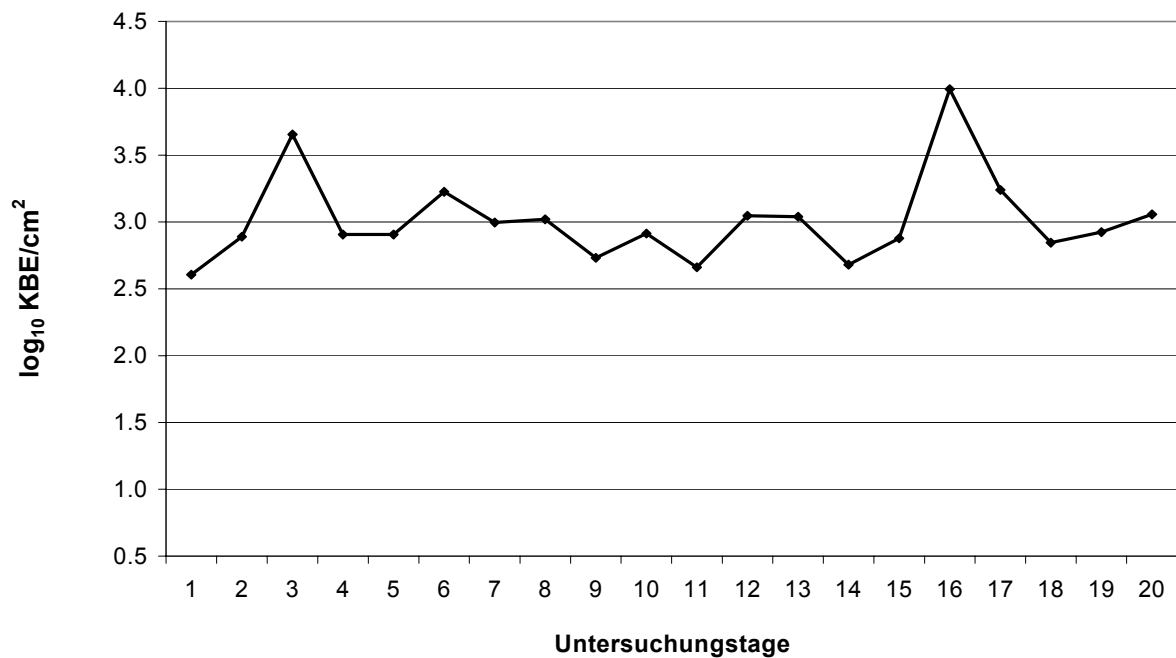


Abbildung 24: Verlauf der tagesdurchschnittlichen  $\log_{10}$ -Werte der GKZ-Ergebnisse von **Rinderschlachttierkörpern** des **Betriebes A** über einen Zeitraum von drei Monaten (n=200, Stichprobenumfang pro Untersuchungstag: 10 Tierkörper)

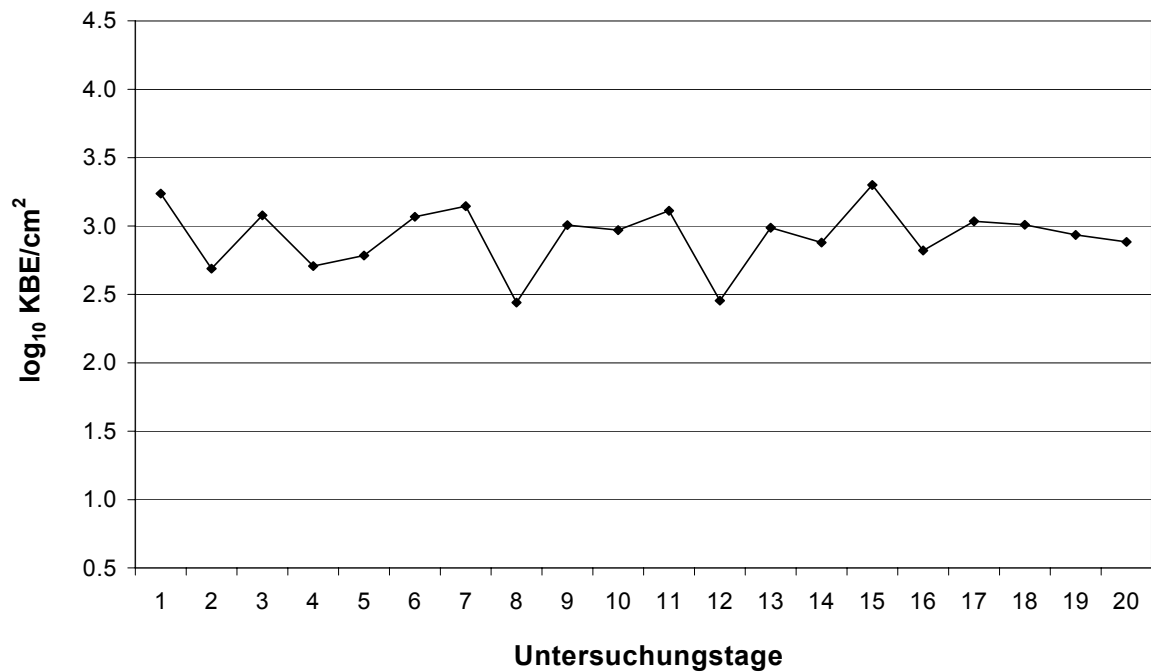


Abbildung 25: Verlauf der tagesdurchschnittlichen  $\log_{10}$ -Werte der GKZ-Ergebnisse von **Schweineschlachttierkörpern** des **Betriebes A** über einen Zeitraum von drei Monaten (n=200, Stichprobenumfang pro Untersuchungstag: 10 Tierkörper)



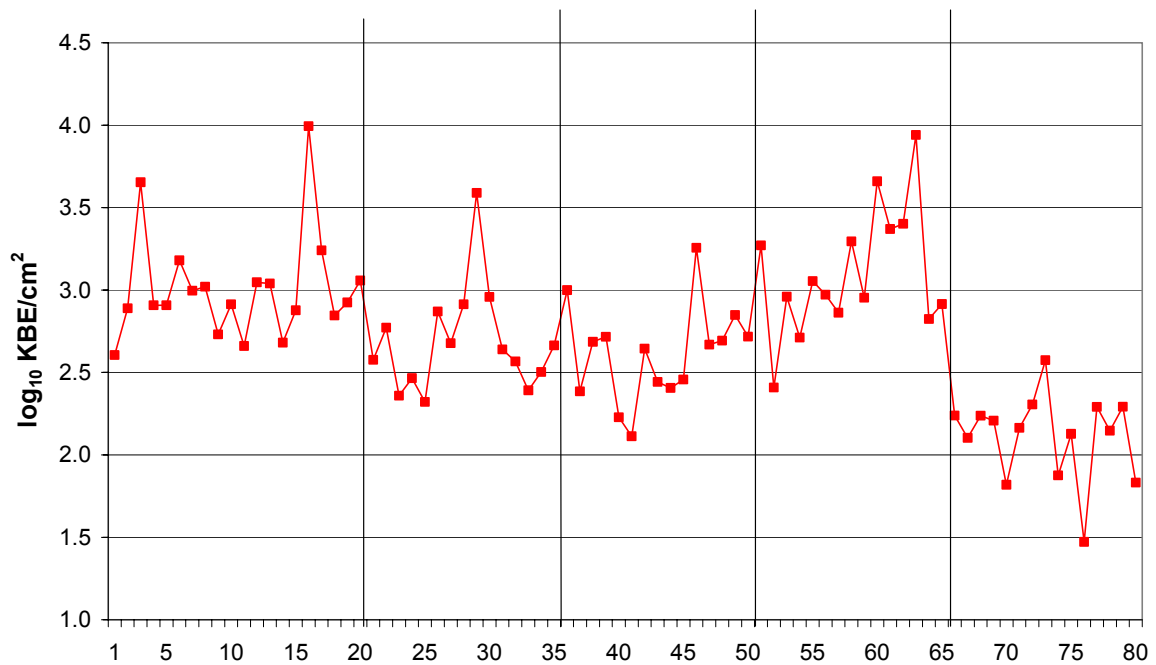


Abbildung 26: Tagesdurchschnittliche  $\log_{10}$ -Werte der GKZ-Ergebnisse von 800 **Rinderschlachttierkörpern** aus fünf Betrieben (Betrieb A: Wert 1-20; B: 21-35; C: 35-50; D: 51-65; E: 66-80)

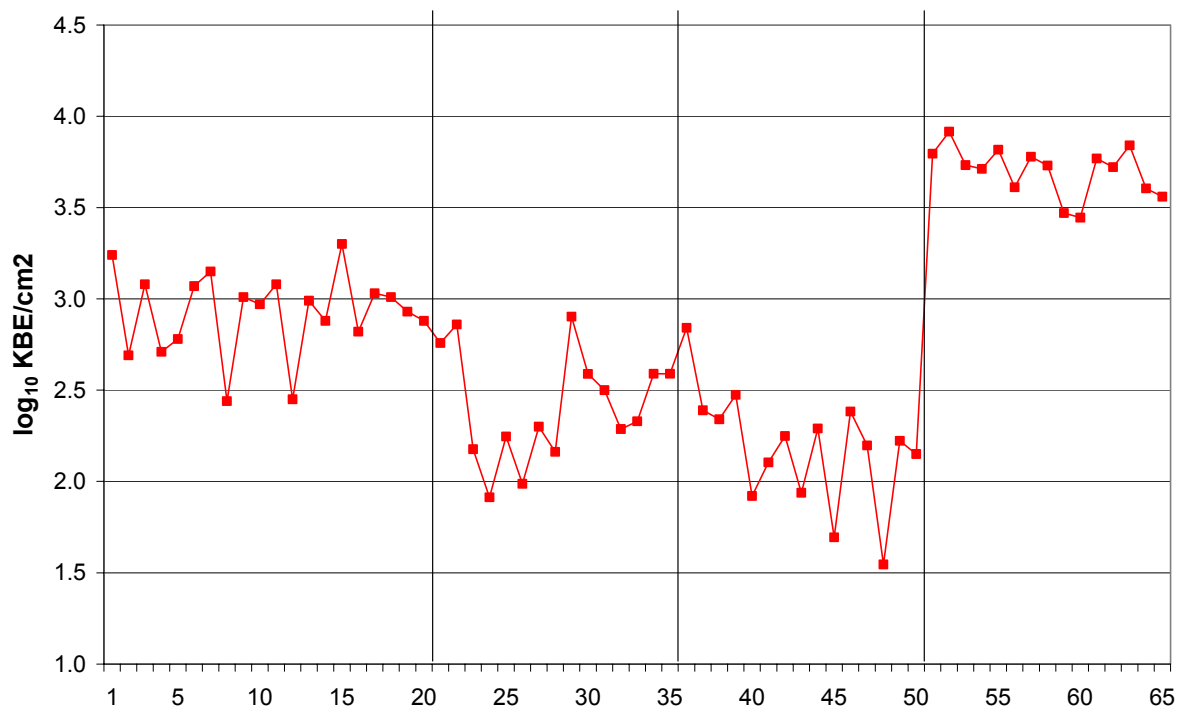


Abbildung 27: Tagesdurchschnittliche  $\log_{10}$ -Werte der GKZ-Ergebnisse von 650 **Schweineschlachtierkörpern** aus vier Betrieben (Betrieb A: Wert 1-20; B: 21-35; C: 35-50; D: 51-65)

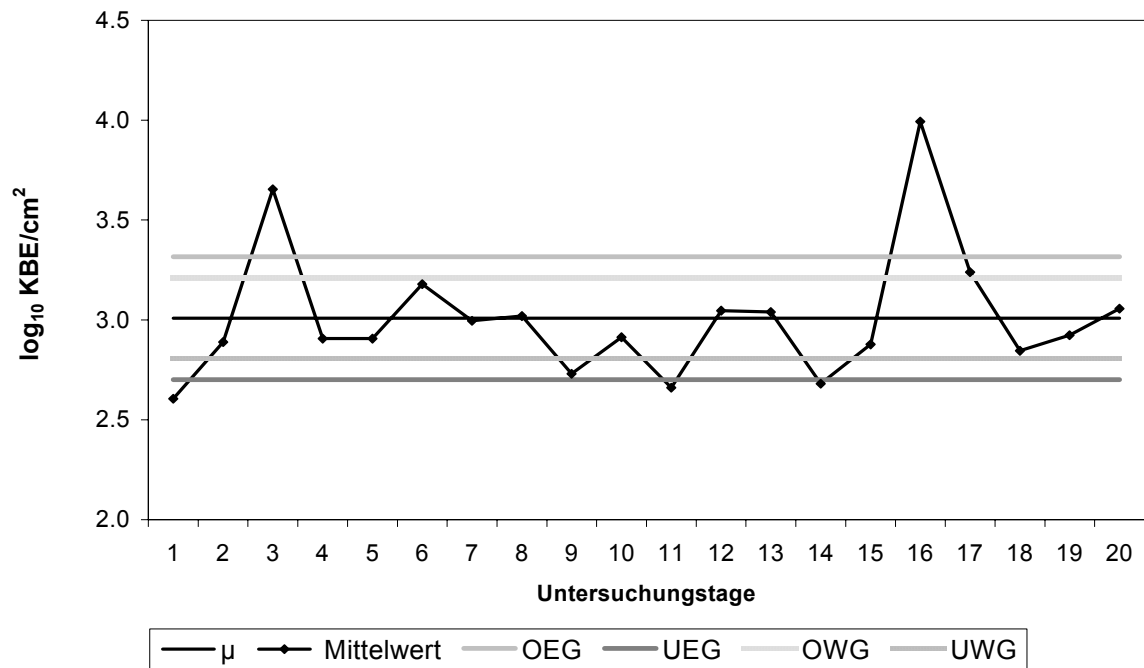


Abbildung 28: **Mittelwert-QRK** (tagesdurchschnittliche log<sub>10</sub>-Werte) der GKZ-Ergebnisse von **Rinderschlachttierkörpern** des **Betriebes A** (n=200, Stichprobenumfang pro Untersuchungstag: 10 Tierkörper)

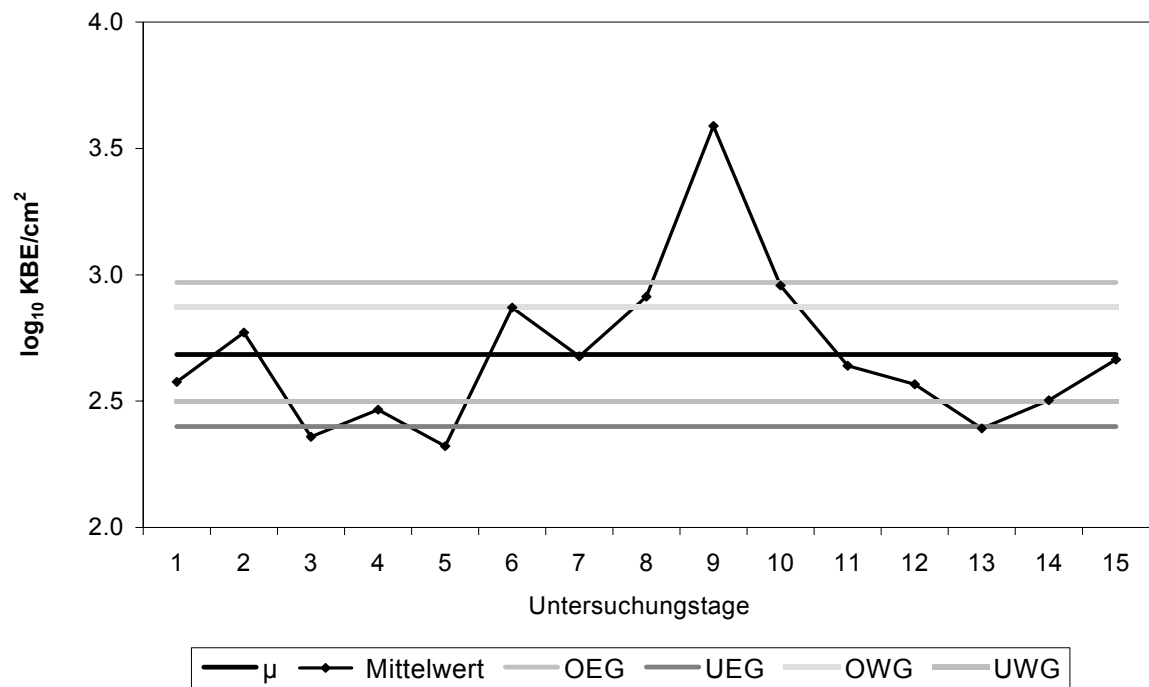


Abbildung 29: **Mittelwert-QRK** (tagesdurchschnittliche log<sub>10</sub>-Werte) der GKZ-Ergebnisse von **Rinderschlachttierkörpern** des **Betriebes B** (n=150, Stichprobenumfang pro Untersuchungstag: 10 Tierkörper)

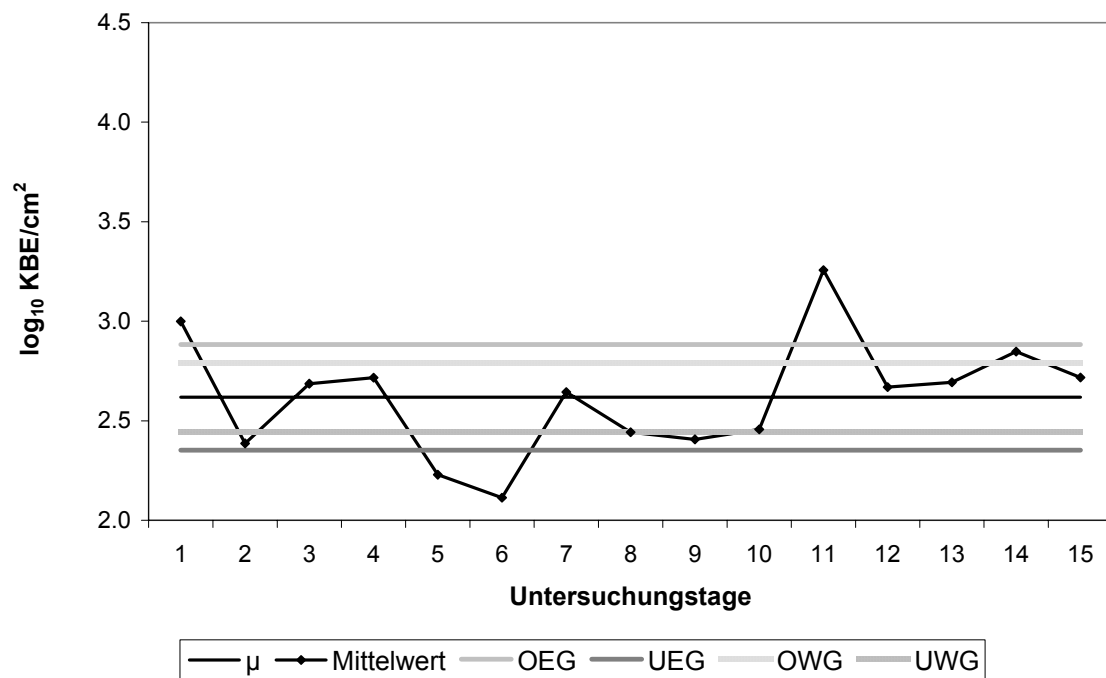


Abbildung 30: **Mittelwert-QRK** (tagesdurchschnittliche log<sub>10</sub>-Werte) der GKZ-Ergebnisse von **Rinderschlachttierkörpern** des **Betriebes C** (n=150, Stichprobenumfang pro Untersuchungstag: 10 Tierkörper)

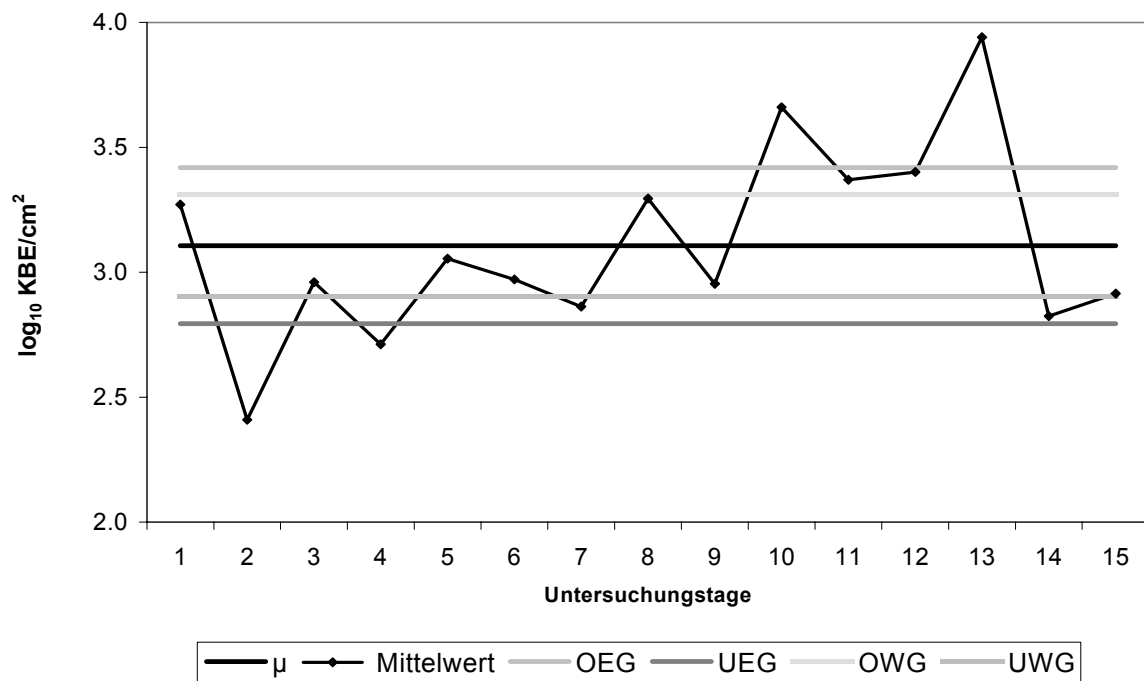


Abbildung 31: **Mittelwert-QRK** (tagesdurchschnittliche log<sub>10</sub>-Werte) der GKZ-Ergebnisse von **Rinderschlachttierkörpern** des **Betriebes D** (n=150, Stichprobenumfang pro Untersuchungstag: 10 Tierkörper)

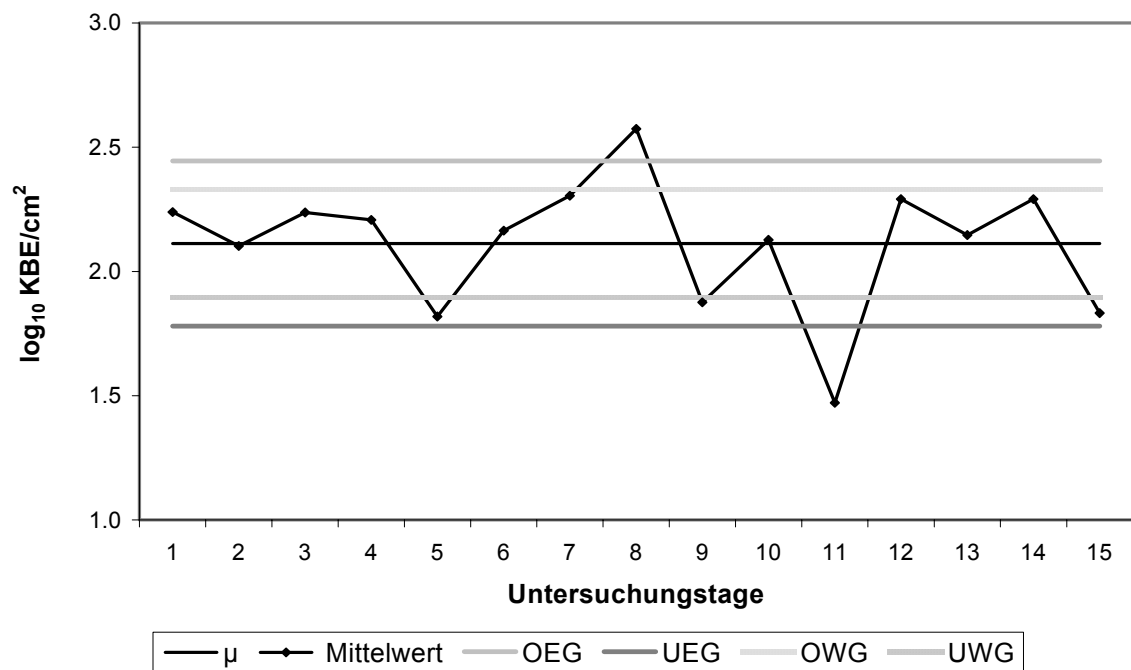


Abbildung 32: **Mittelwert-QRK** (tagesdurchschnittliche log<sub>10</sub>-Werte) der GKZ-Ergebnisse von Rinderschlachttierkörpern des **Betriebes E** (n=150, Stichprobenumfang pro Untersuchungstag: 10 Tierkörper)

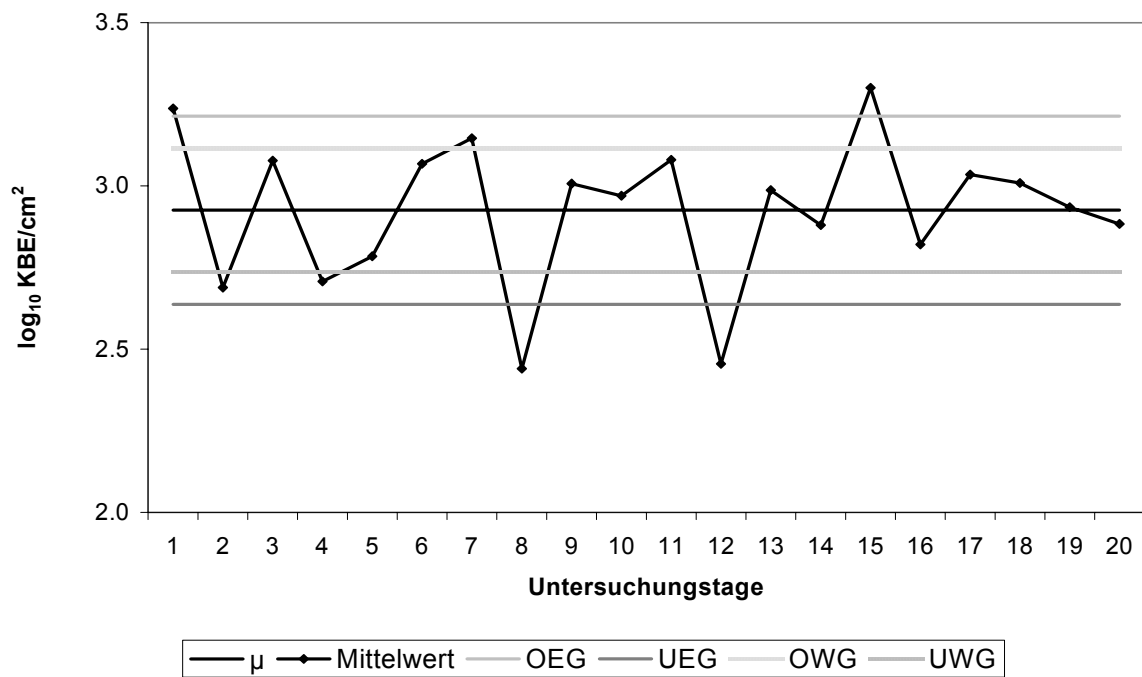


Abbildung 33: **Mittelwert-QRK** (tagesdurchschnittliche log<sub>10</sub>-Werte) der GKZ-Ergebnisse von **Schweineschlachttierkörpern** des **Betriebes A** (n=200, Stichprobenumfang pro Untersuchungstag: 10 Tierkörper)



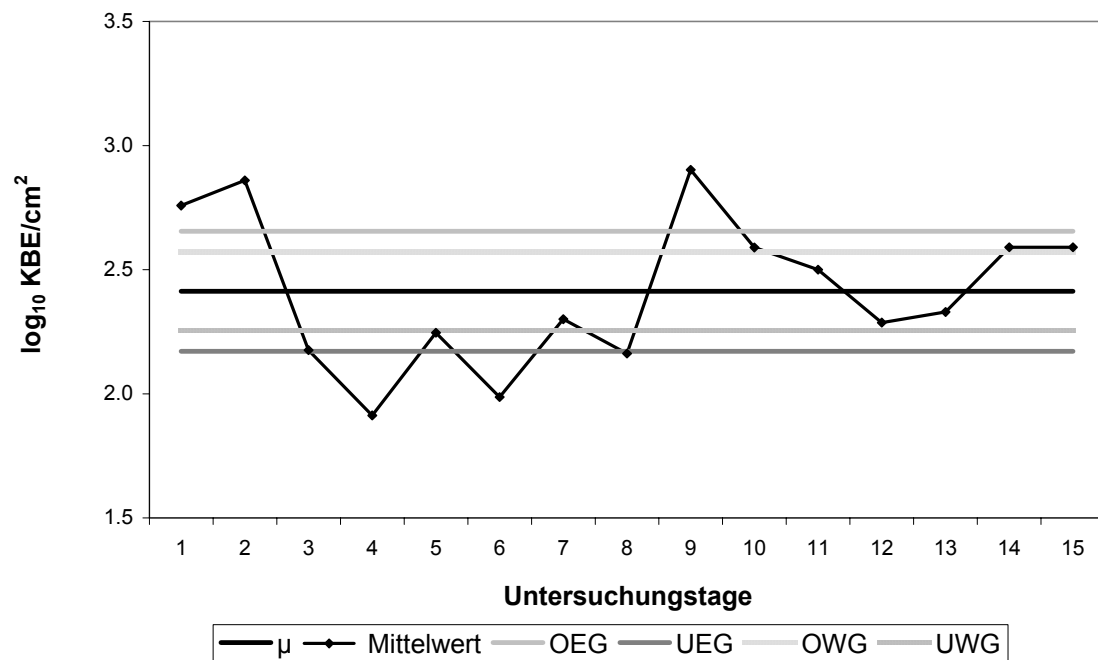


Abbildung 34: **Mittelwert-QRK** (tagesdurchschnittliche  $\log_{10}$ -Werte) der GKZ-Ergebnisse von **Schweineschlacht tierkörpern** des **Betriebes B** (n=150, Stichprobenumfang pro Untersuchungstag: 10 Tierkörper)

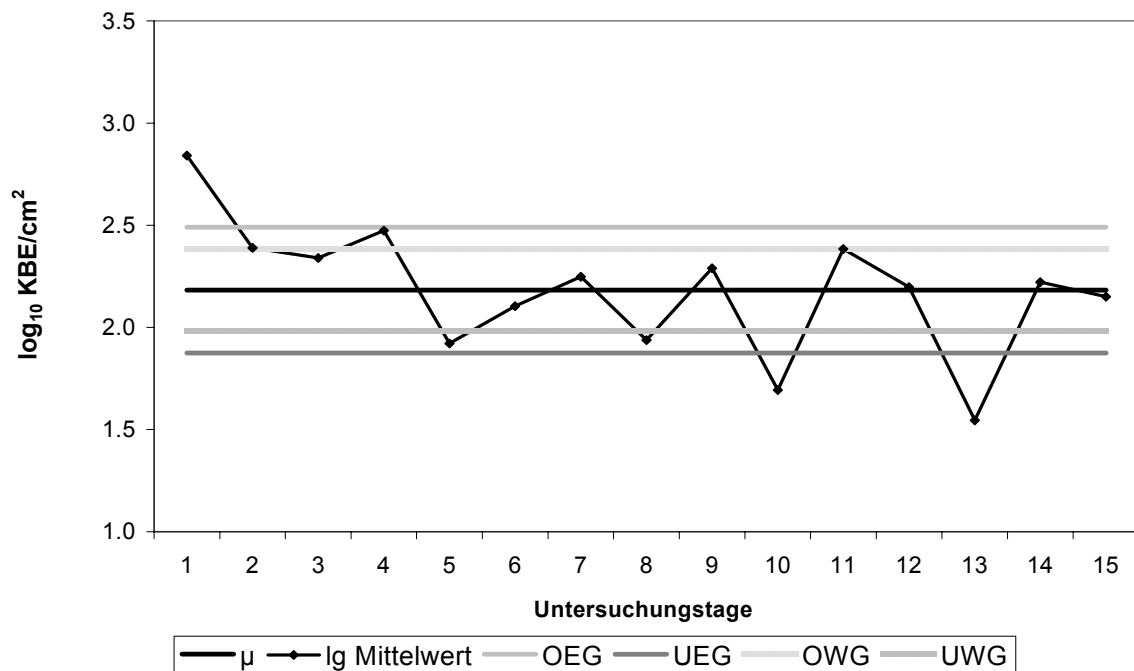


Abbildung 35: **Mittelwert-QRK** (tagesdurchschnittliche log<sub>10</sub>-Werte) der GKZ-Ergebnisse von **Schweineschlachttierkörpern** des **Betriebes C** (n=150, Stichprobenumfang pro Untersuchungstag: 10 Tierkörper)

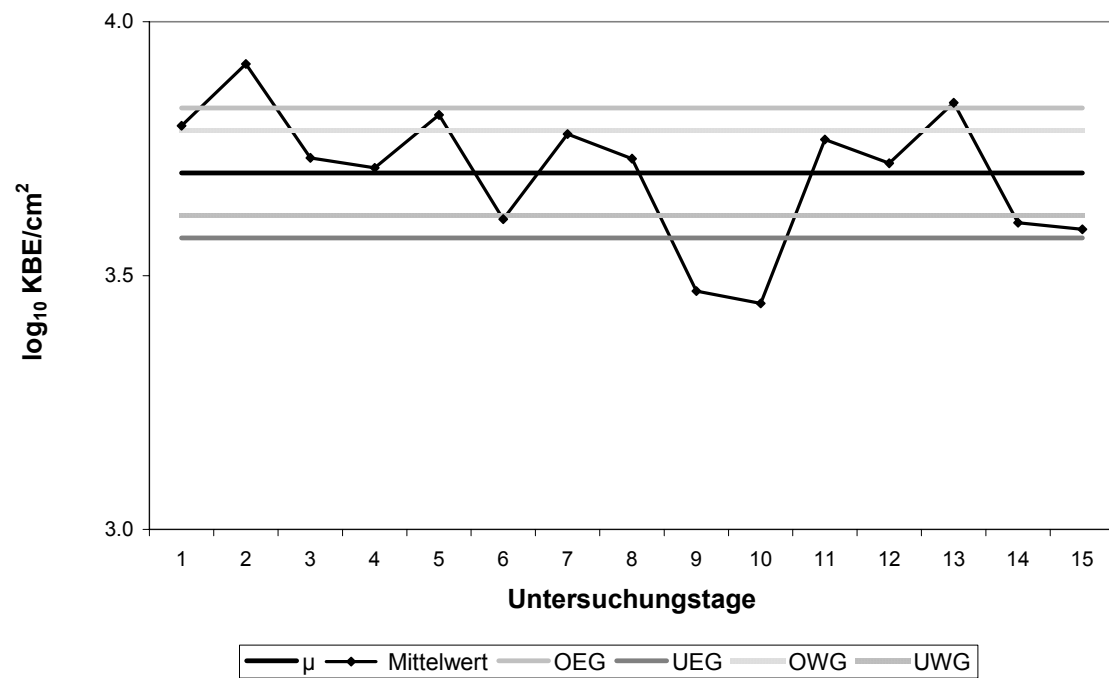


Abbildung 36: **Mittelwert-QRK** (tagesdurchschnittliche log<sub>10</sub>-Werte) der GKZ-Ergebnisse von **Schweineschlachttierkörpern** des **Betriebes D** (n=150, Stichprobenumfang pro Untersuchungstag: 10 Tierkörper)

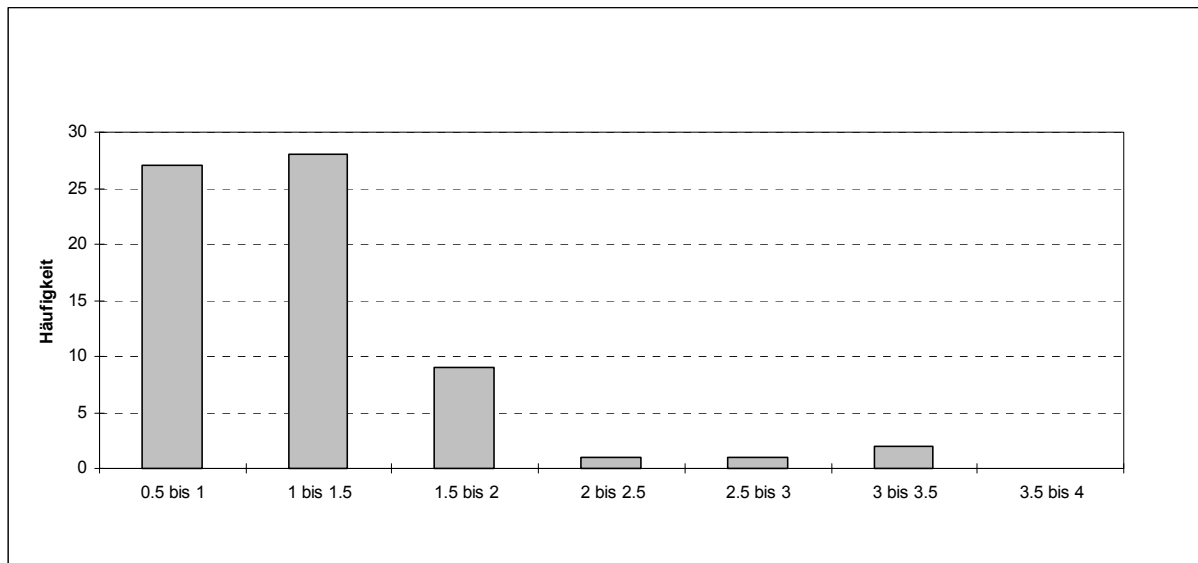


Abbildung 37: Häufigkeitsverteilung (Histogramm) der *Enterobacteriaceae*-Ergebnisse ( $\log_{10}$  KBE/cm<sup>2</sup>) der *Enterobacteriaceae*-positiven Proben von **Rinderschlachttierkörpern des Betriebes A** (n= 68)

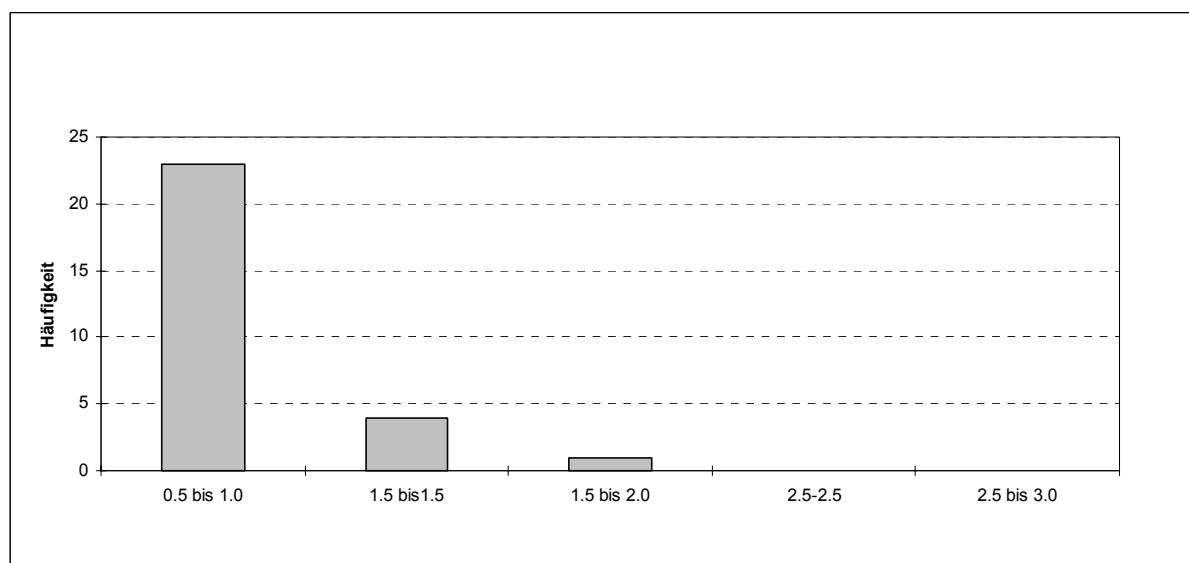


Abbildung 38: Häufigkeitsverteilung (Histogramm) der *Enterobacteriaceae*-Ergebnisse ( $\log_{10}$  KBE/cm<sup>2</sup>) der *Enterobacteriaceae*-positiven Proben von **Rinderschlacht tierkörpern des Betriebes B (n=28)**

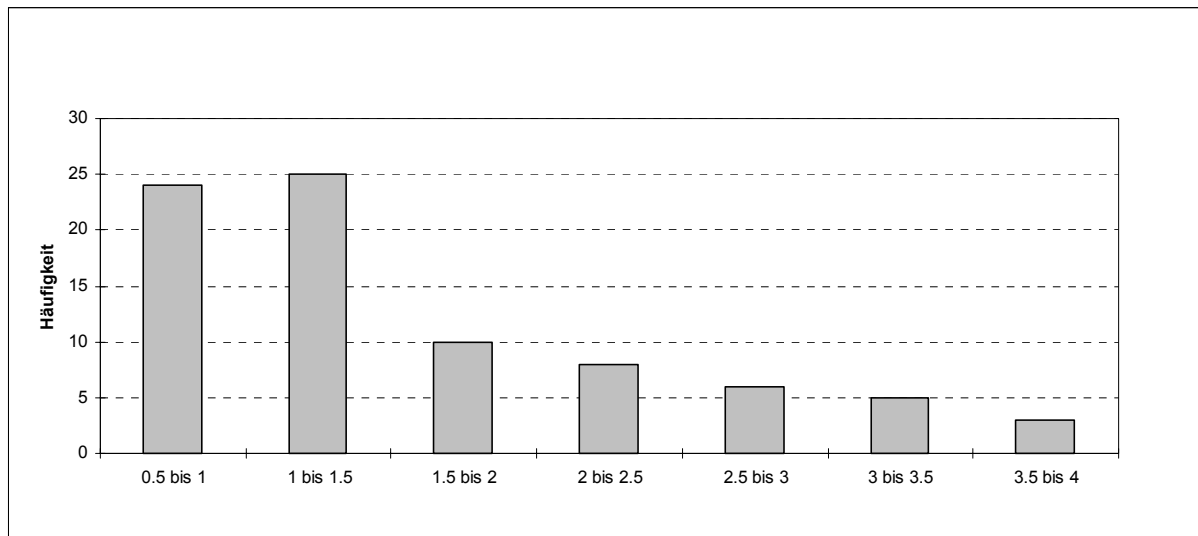


Abbildung 39: Häufigkeitsverteilung (Histogramm) der *Enterobacteriaceae*-Ergebnisse ( $\log_{10}$  KBE/cm<sup>2</sup>) der *Enterobacteriaceae*-positiven Proben von **Rinderschlacht tierkörpern des Betriebes C** (n=81)

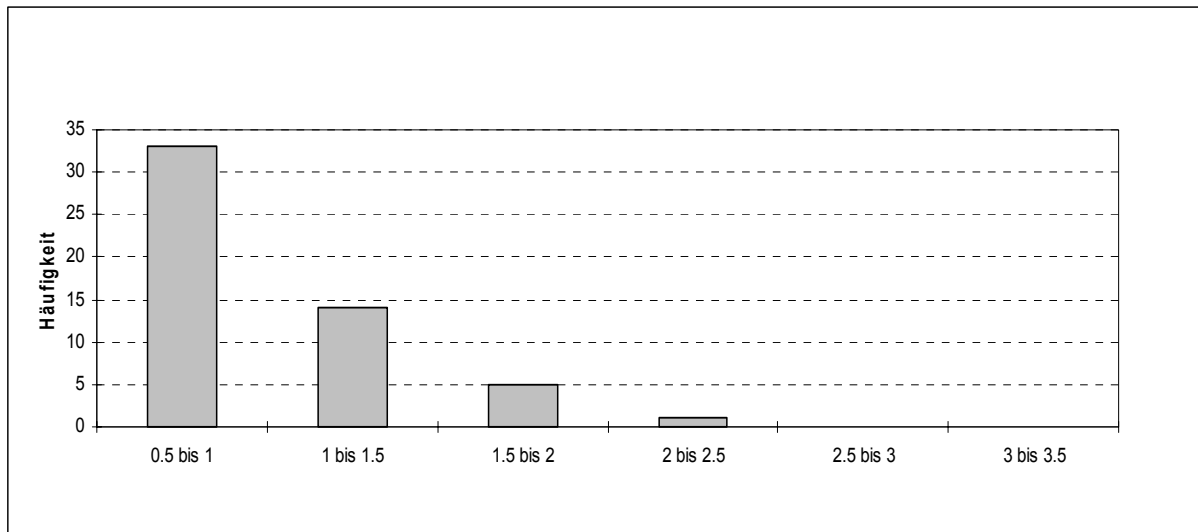


Abbildung 40: Häufigkeitsverteilung (Histogramm) der *Enterobacteriaceae*-Ergebnisse ( $\log_{10}$  KBE/cm<sup>2</sup>) der *Enterobacteriaceae*-positiven Proben von **Rinderschlachttierkörpern des Betriebes D (n=53)**

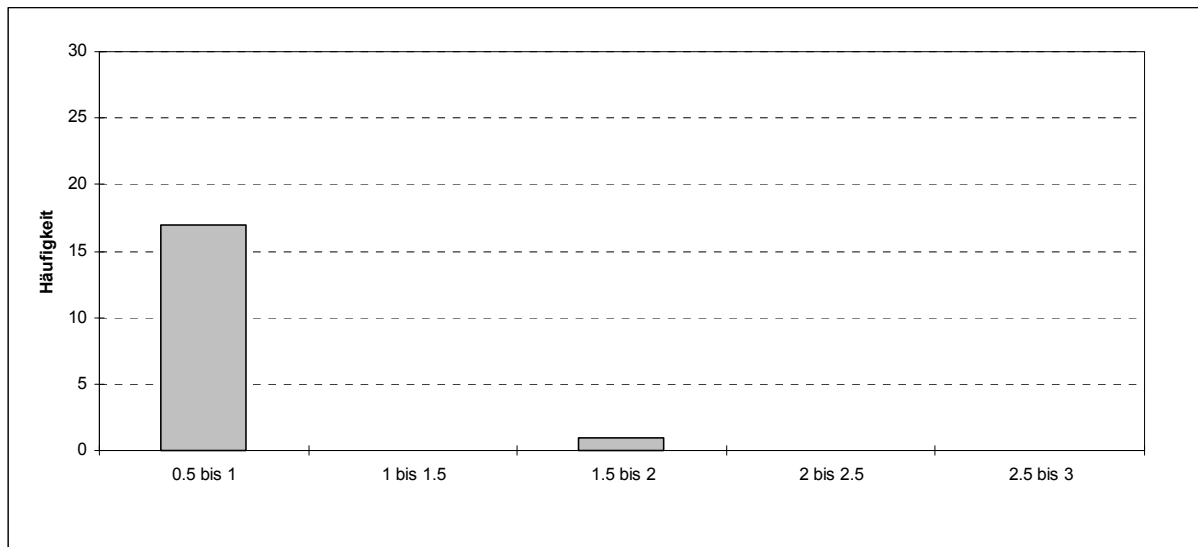


Abbildung 41: Häufigkeitsverteilung (Histogramm) der *Enterobacteriaceae*-Ergebnisse ( $\log_{10}$  KBE/cm<sup>2</sup>) der *Enterobacteriaceae*-positiven Proben von **Rinderschlachttierkörpern des Betriebes E** (n=18)



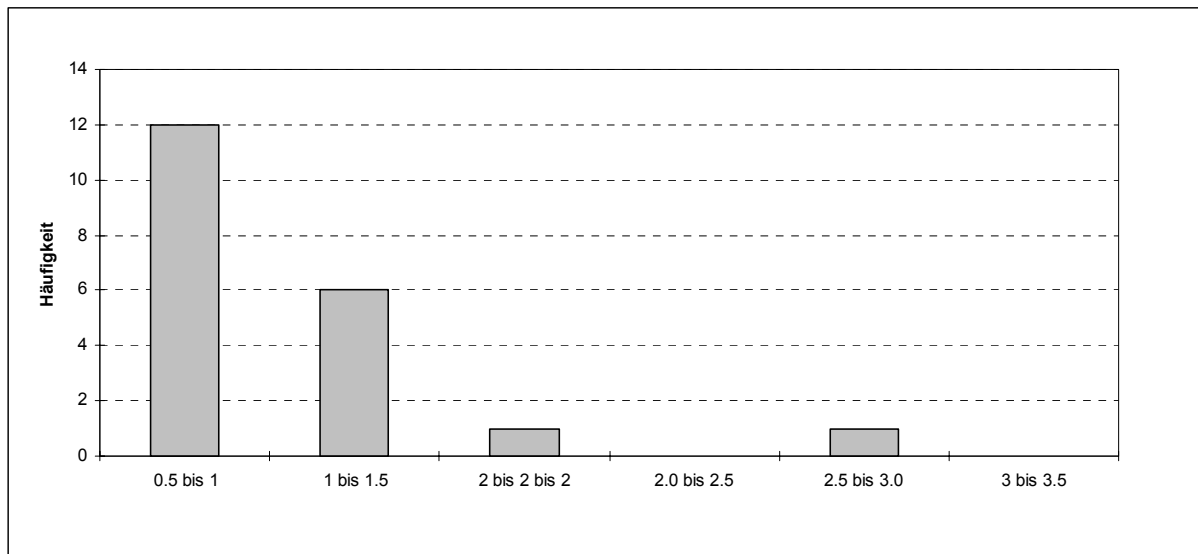


Abbildung 42: Häufigkeitsverteilung (Histogramm) der *Enterobacteriaceae*-Ergebnisse ( $\log_{10}$  KBE/cm<sup>2</sup>) der *Enterobacteriaceae*-positiven Proben von **Schweineschlachttierkörpern** des **Betriebes A** (n=20)

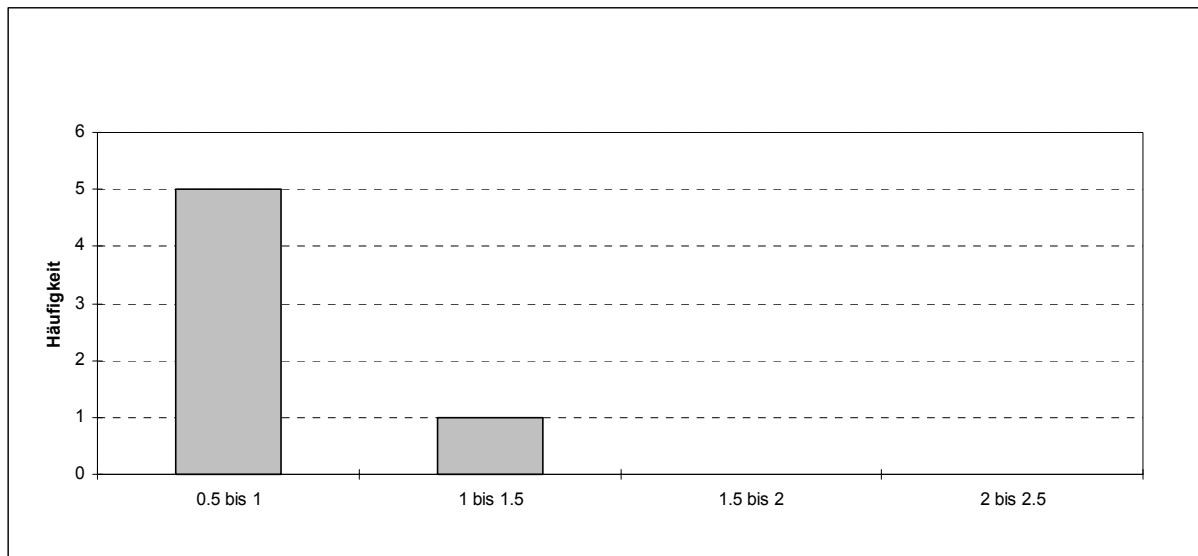


Abbildung 43: Häufigkeitsverteilung (Histogramm) der *Enterobacteriaceae*-Ergebnisse ( $\log_{10}$  KBE/cm<sup>2</sup>) der *Enterobacteriaceae*-positiven Proben von Schweineschlacht tierkörpern des Betriebes B (n=6)

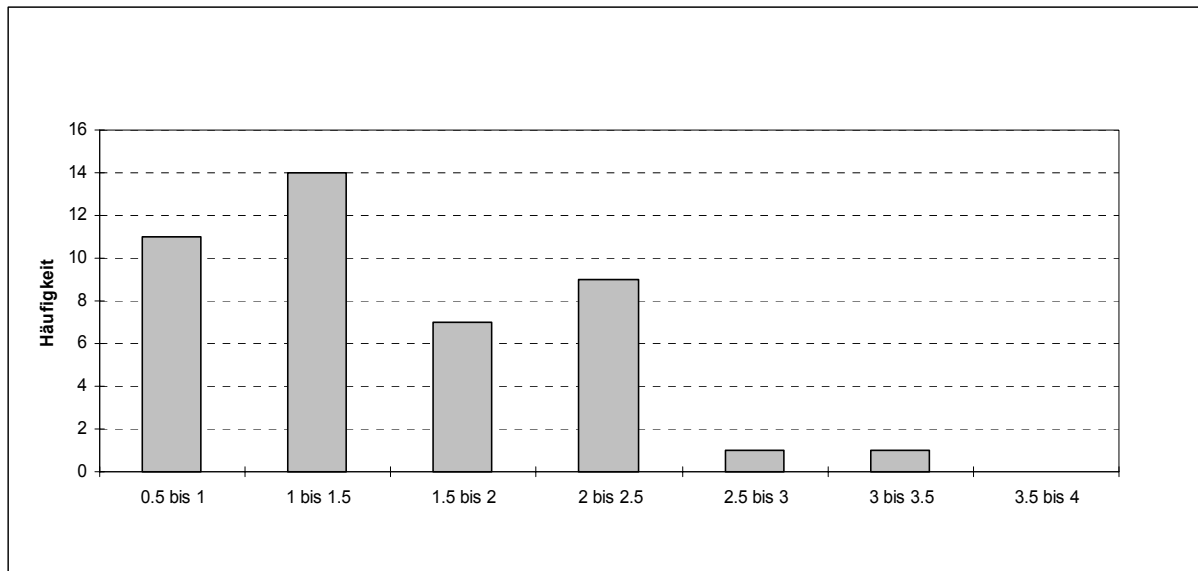


Abbildung 44: Häufigkeitsverteilung (Histogramm) der *Enterobacteriaceae*-Ergebnisse ( $\log_{10}$  KBE/cm<sup>2</sup>) der *Enterobacteriaceae*-positiven Proben von Schweineschlachttierkörpern des Betriebes C (n=43)

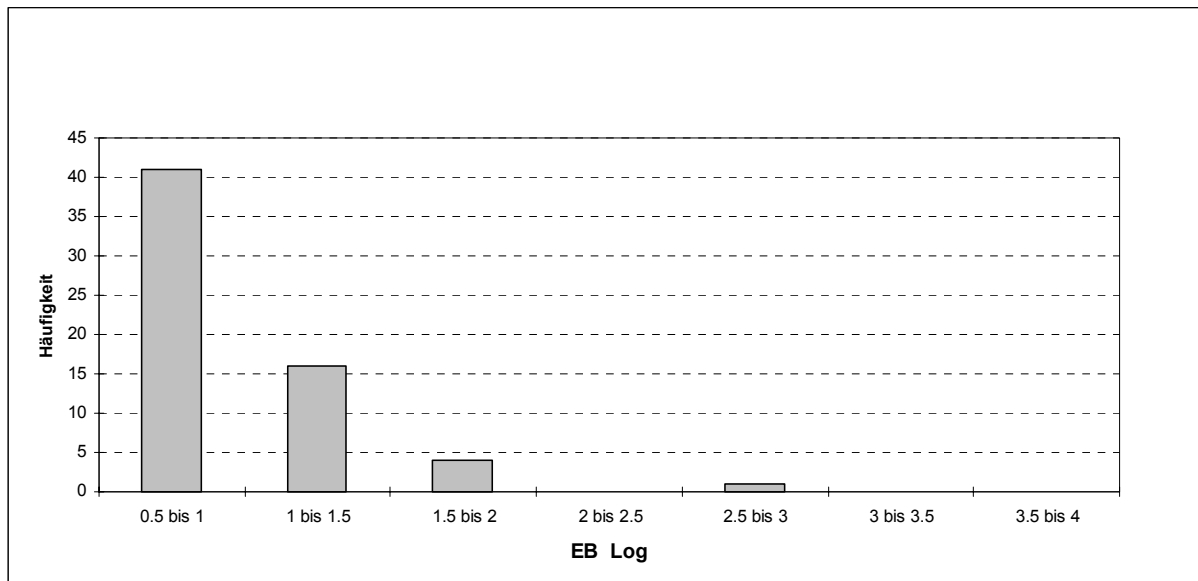


Abbildung 45: Häufigkeitsverteilung (Histogramm) der *Enterobacteriaceae*-Ergebnisse (log<sub>10</sub> KBE/cm<sup>2</sup>) der *Enterobacteriaceae*-positiven Proben von **Schweineschlachttierkörpern** des **Betriebes D** (n=62)

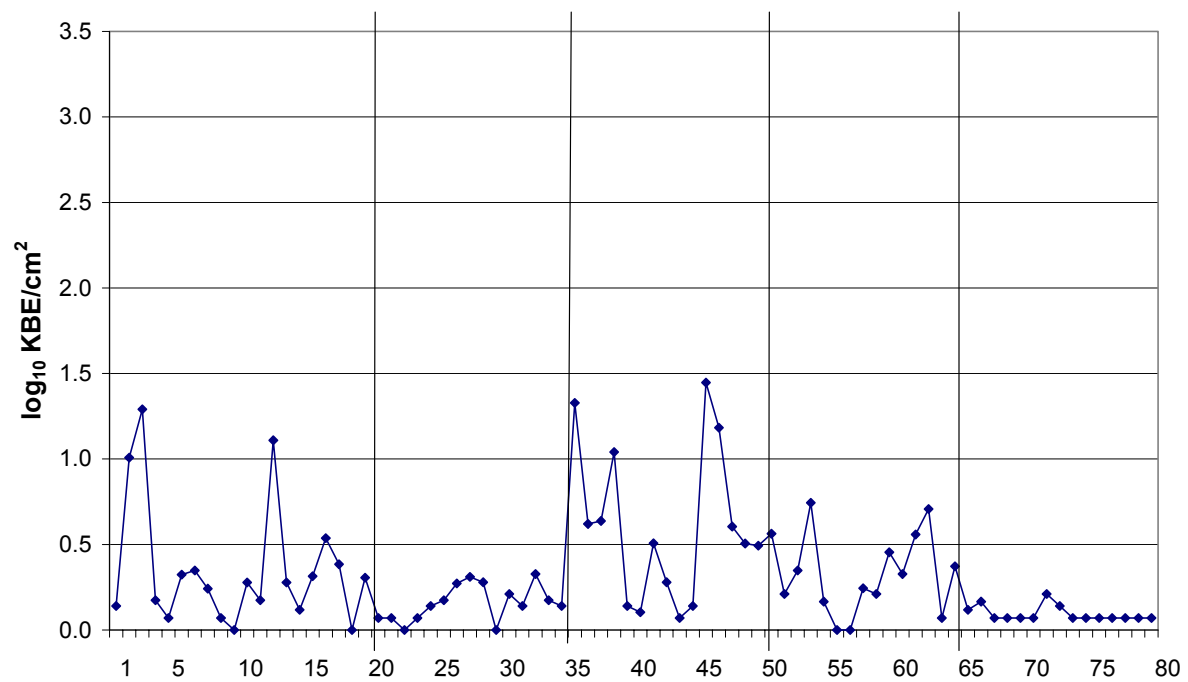


Abbildung 46: Tagesdurchschnittliche  $\log_{10}$ -Werte der *Enterobacteriaceae*-Ergebnisse von 800 **Rinderschlacht tierkörpern** aus fünf Betrieben (Betrieb A: Wert 1-20; B: 21-35; C: 35-50; D: 51-65; E: 66-80)

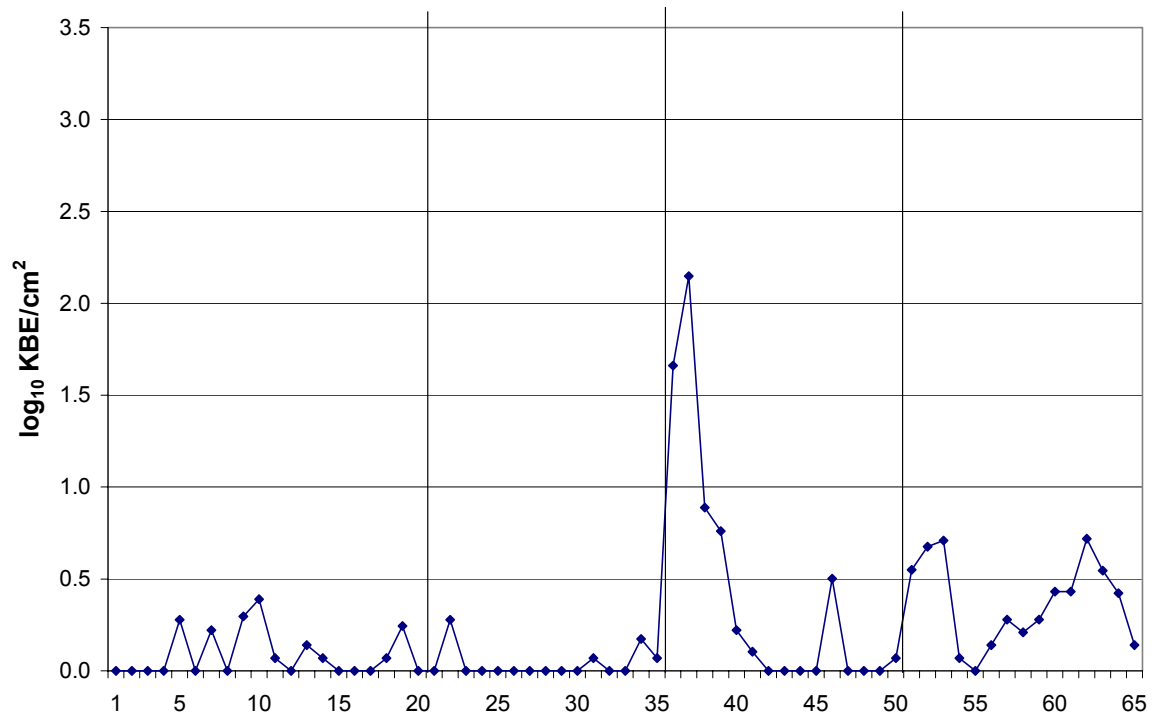


Abbildung 47: Tagesdurchschnittliche  $\log_{10}$ -Werte der *Enterobacteriaceae*-Ergebnisse von 650 **Schweineschlachttierkörpern** aus vier Betrieben (Betrieb A: Wert 1-20; B: 21-35; C: 35-50; D: 51-65; E)

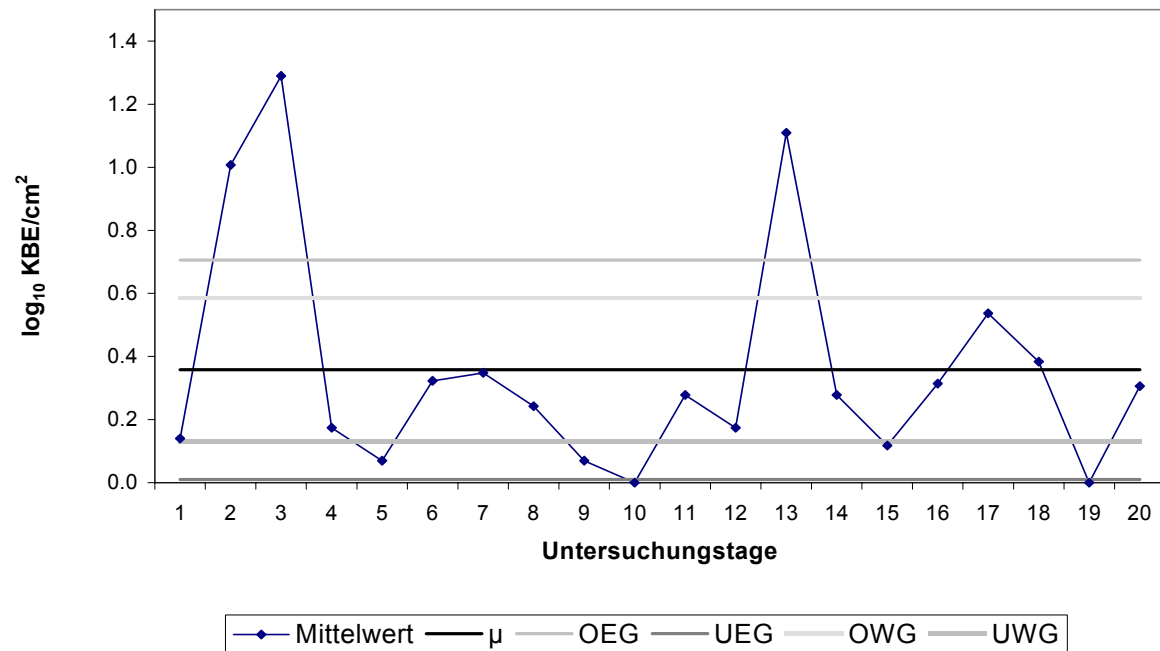


Abbildung 48: **Mittelwert-QRK** (tagesdurchschnittliche log<sub>10</sub>-Werte) der *Enterobacteriaceae*-Ergebnisse von **Rinderschlachttierkörpern** des **Betriebes A** (n=200, Stichprobenumfang pro Untersuchungstag: 10 Tierkörper)

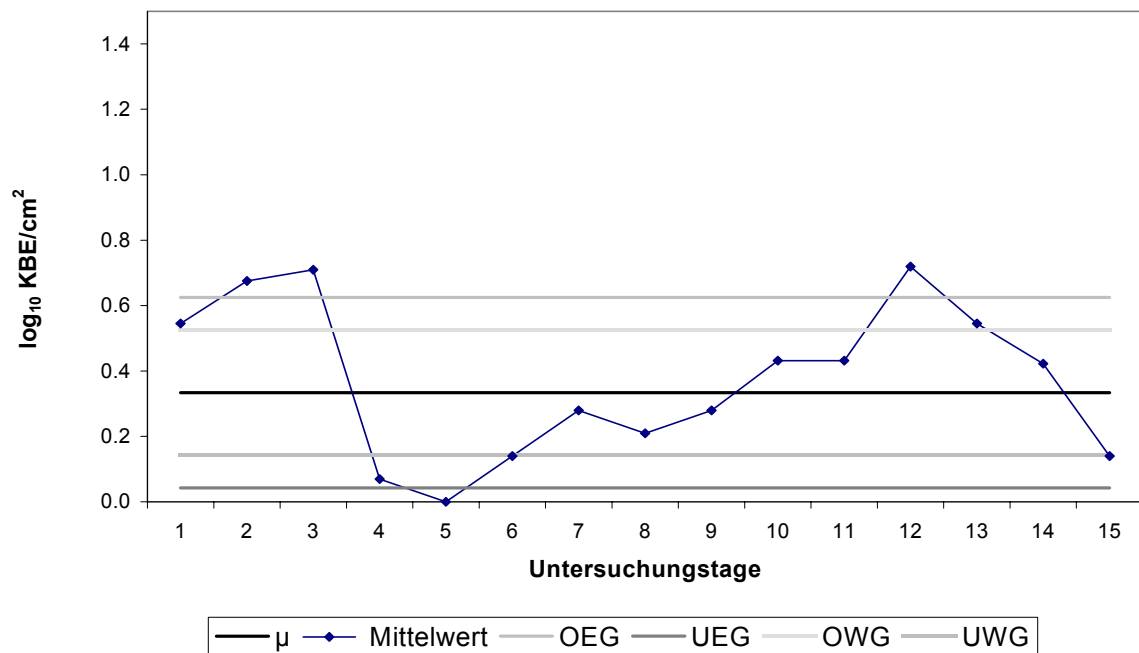


Abbildung 49: **Mittelwert-QRK** (tagesdurchschnittliche log<sub>10</sub>-Werte) der *Enterobacteriaceae*-Ergebnisse von **Schweineschlachttierkörpern** des **Betriebes D** (n=150, Stichprobenumfang pro Untersuchungstag: 10 Tierkörper)



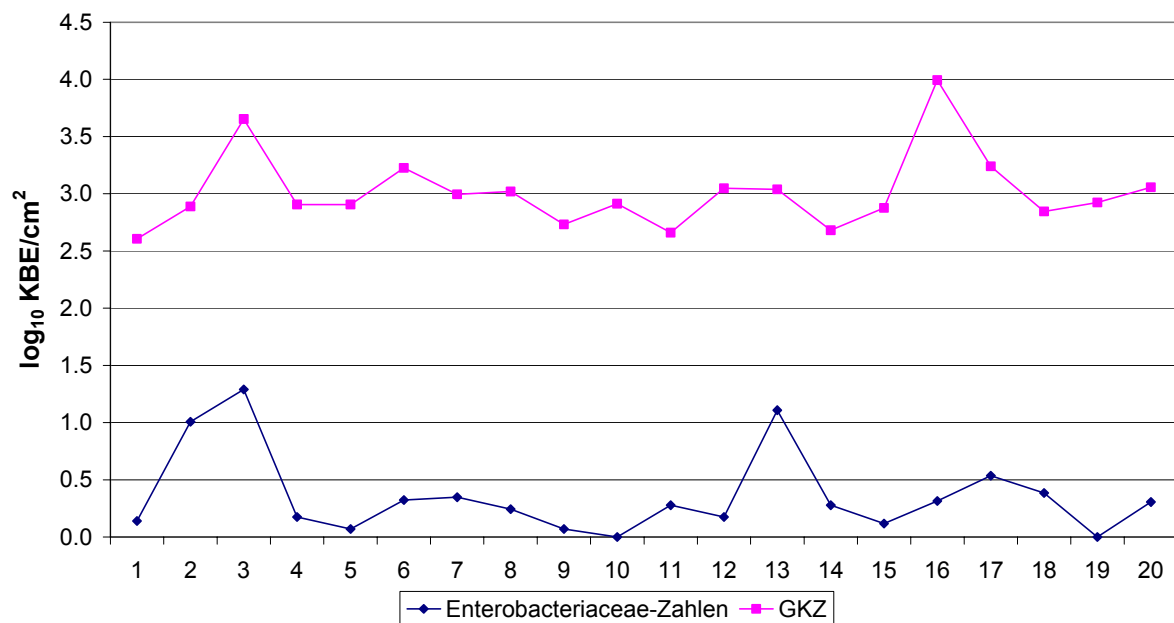


Abbildung 50      Gegenüberstellung der tagesdurchschnittlichen log<sub>10</sub>-Werte der GKZ und der *Enterobacteriaceae*-Zahlen von **Rinderschlachttierkörpern** des **Betriebes A** (n=200, Stichprobenumfang pro Untersuchungstag: 10 Tierkörper)

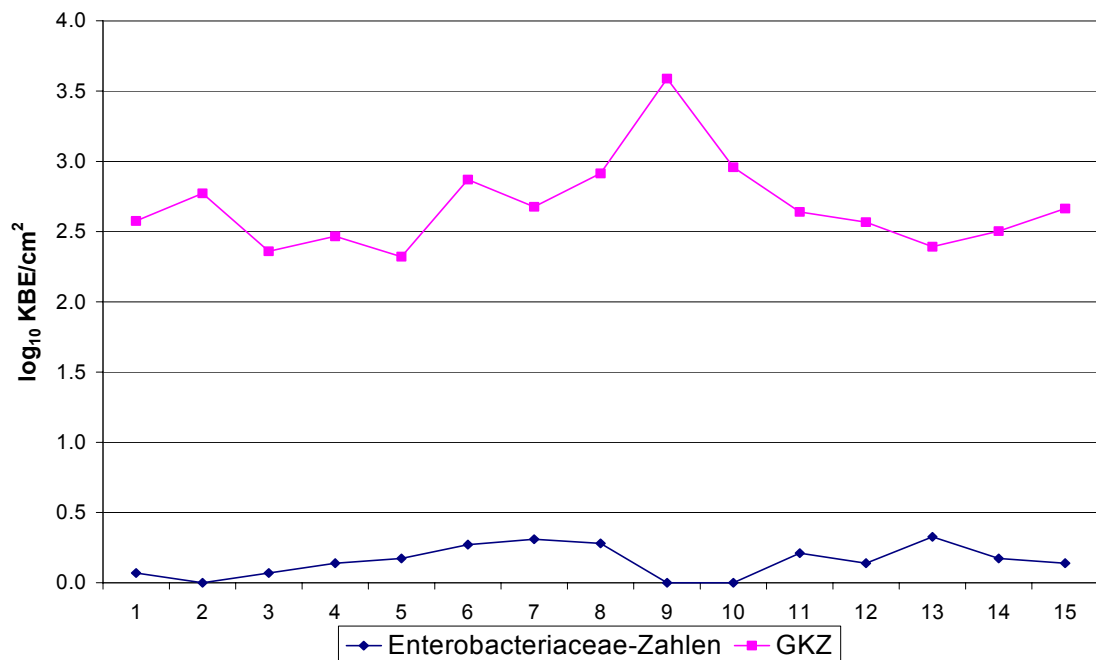


Abbildung 51: Gegenüberstellung der tagesdurchschnittlichen  $\log_{10}$ -Werte der GKZ und der *Enterobacteriaceae*-Zahlen von **Rinderschlachttierkörpern** des **Betriebes B** (n=150, Stichprobenumfang pro Untersuchungstag: 10 Tierkörper)

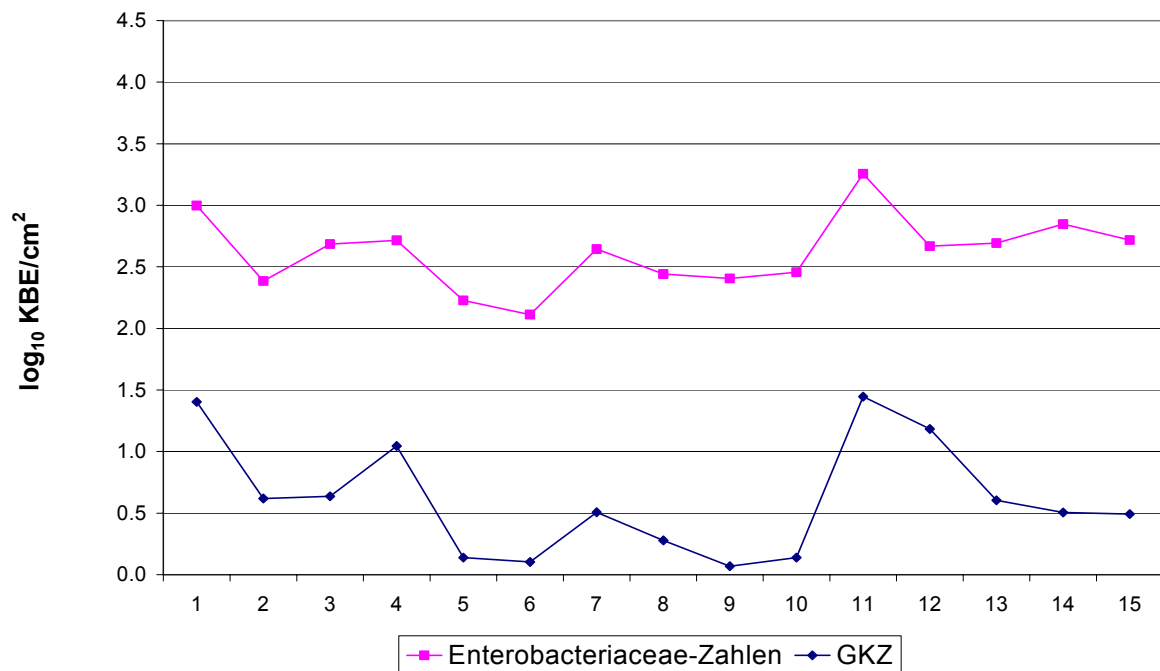


Abbildung 52 Gegenüberstellung der tagesdurchschnittlichen  $\log_{10}$ -Werte der GKZ und der *Enterobacteriaceae*-Zahlen von **Rinderschlachttierkörpern** des **Betriebes C** (n=150, Stichprobenumfang pro Untersuchungstag: 10 Tierkörper)

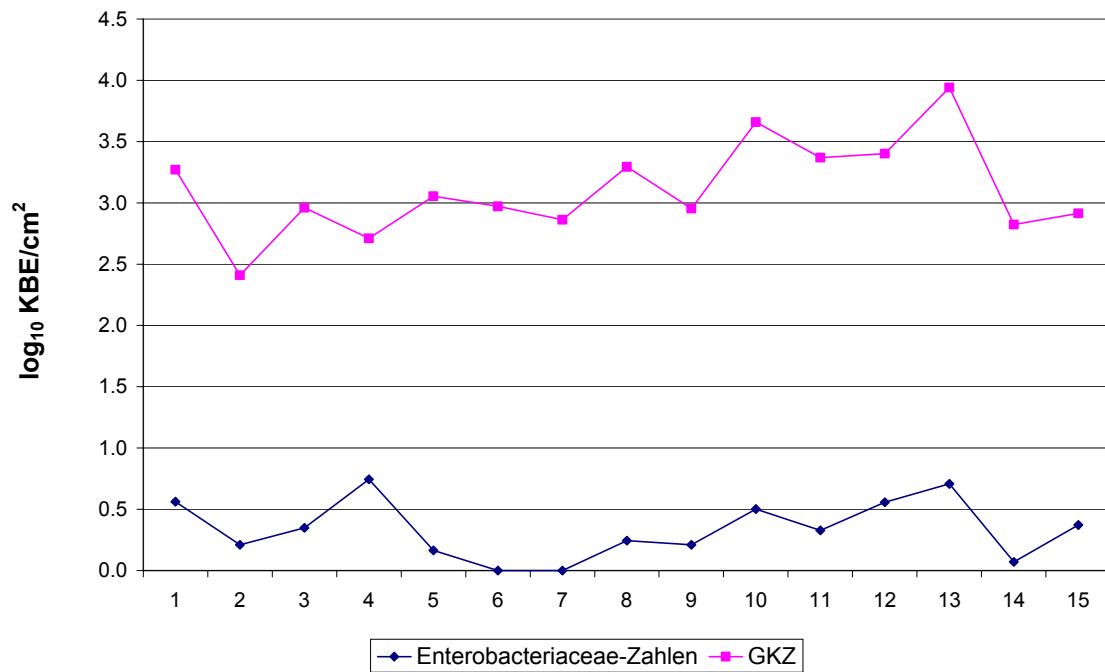


Abbildung 53: Gegenüberstellung der tagesdurchschnittlichen  $\log_{10}$ -Werte der GKZ und der *Enterobacteriaceae*-Zahlen von **Rinderschlachttierkörpern** des **Betriebes D** (n=150, Stichprobenumfang pro Untersuchungstag: 10 Tierkörper)

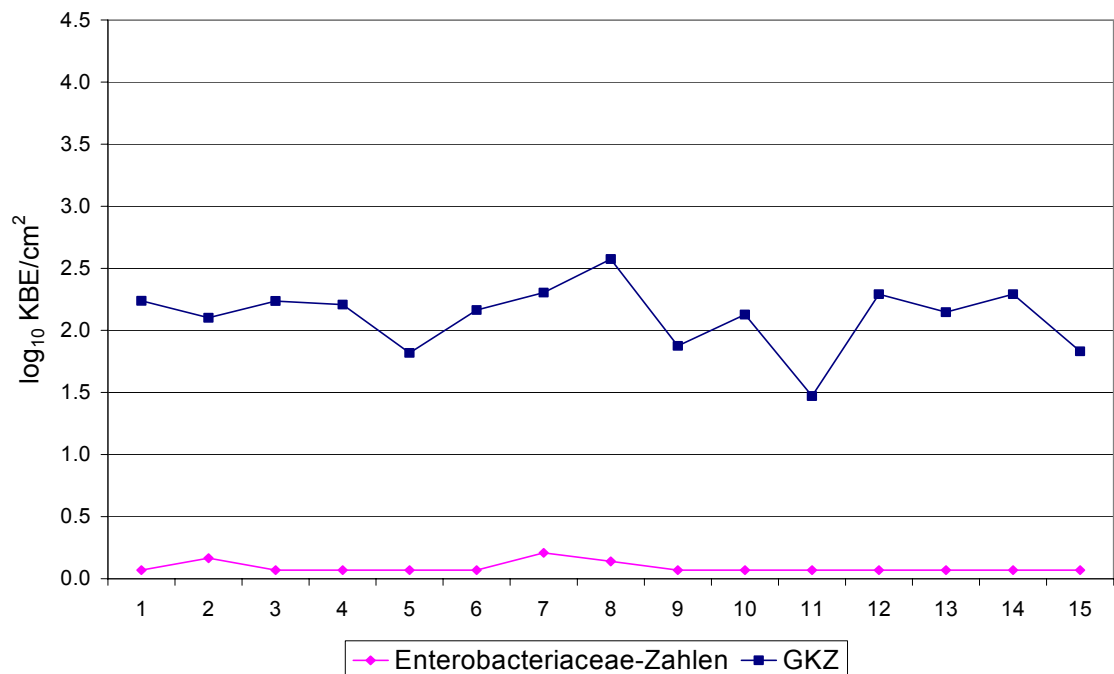


Abbildung 54: Gegenüberstellung der tagesdurchschnittlichen  $\log_{10}$ -Werte der GKZ und der *Enterobacteriaceae*-Zahlen von **Rinderschlachttierkörpern** des **Betriebes E** (n=150, Stichprobenumfang pro Untersuchungstag: 10 Tierkörper)

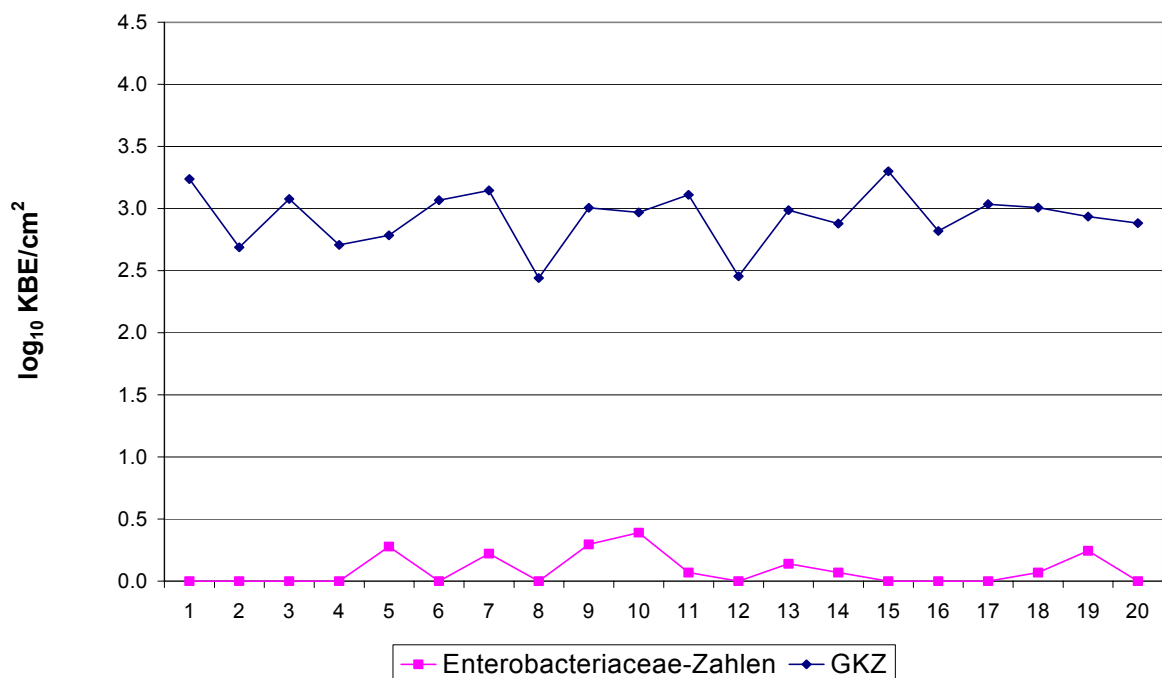


Abbildung 55: Gegenüberstellung der tagesdurchschnittlichen  $\log_{10}$ -Werte der GKZ und der *Enterobacteriaceae*-Zahlen von **Schweineschlachttierkörpern** des **Betriebes A** (n=200, Stichprobenumfang pro Untersuchungstag: 10 Tierkörper)

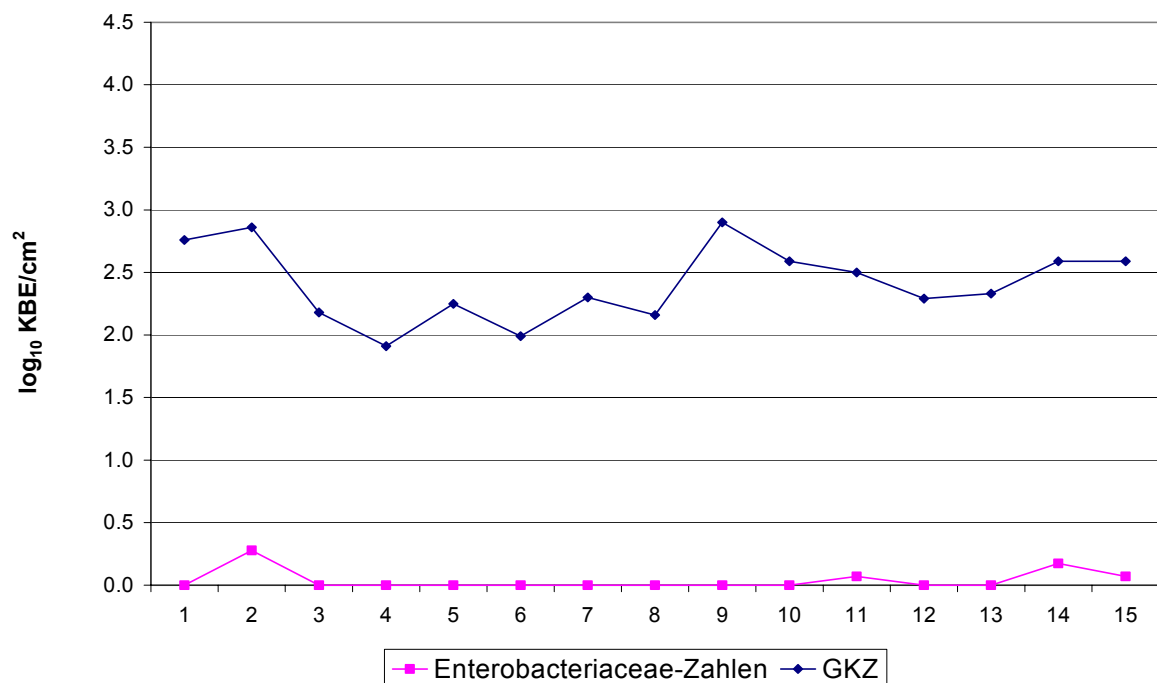


Abbildung 56: Gegenüberstellung der tagesdurchschnittlichen  $\log_{10}$ -Werte der GKZ und der *Enterobacteriaceae*-Zahlen von **Schweineschlacht tierkörpern** des **Betriebes B** (n=150, Stichprobenumfang pro Untersuchungstag: 10 Tierkörper)



Abbildung 57: Gegenüberstellung der tagesdurchschnittlichen  $\log_{10}$ -Werte der GKZ und der *Enterobacteriaceae*-Zahlen von **Schweineschlachttierkörpern** des **Betriebes C** (n=150, Stichprobenumfang pro Untersuchungstag: 10 Tierkörper)



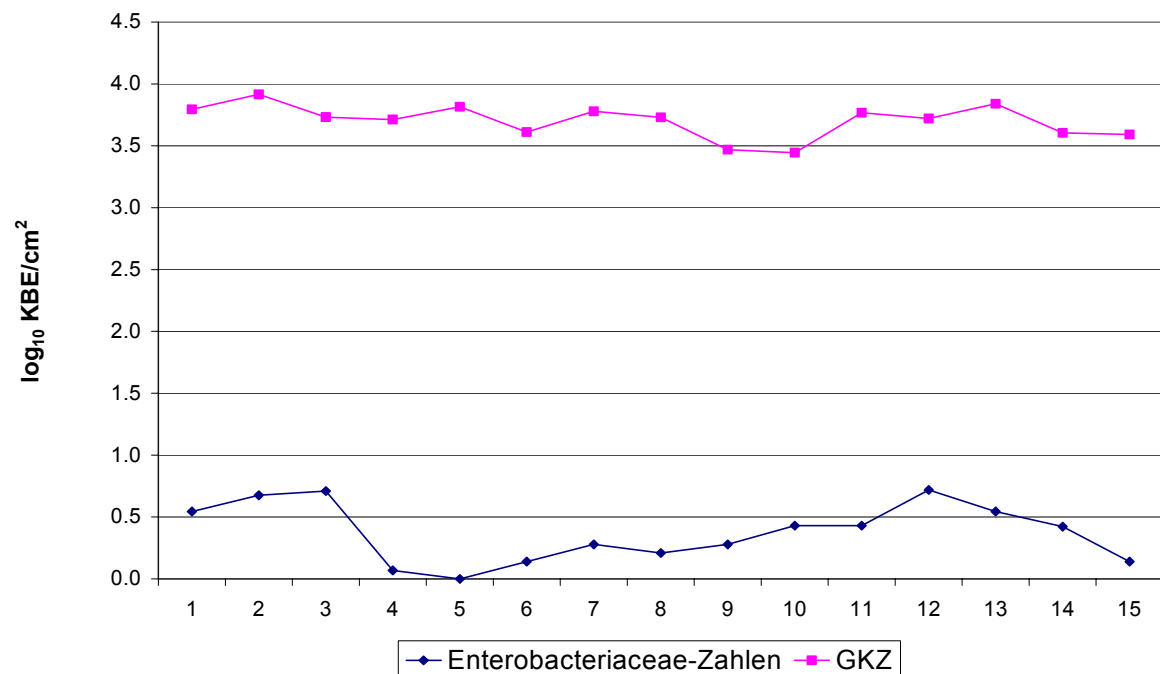


Abbildung 58: Gegenüberstellung der tagesdurchschnittlichen  $\log_{10}$ -Werte der GKZ und der *Enterobacteriaceae*-Zahlen von **Schweineschlachttierkörpern** des **Betriebes D** (n=150, Stichprobenumfang pro Untersuchungstag: 10 Tierkörper)

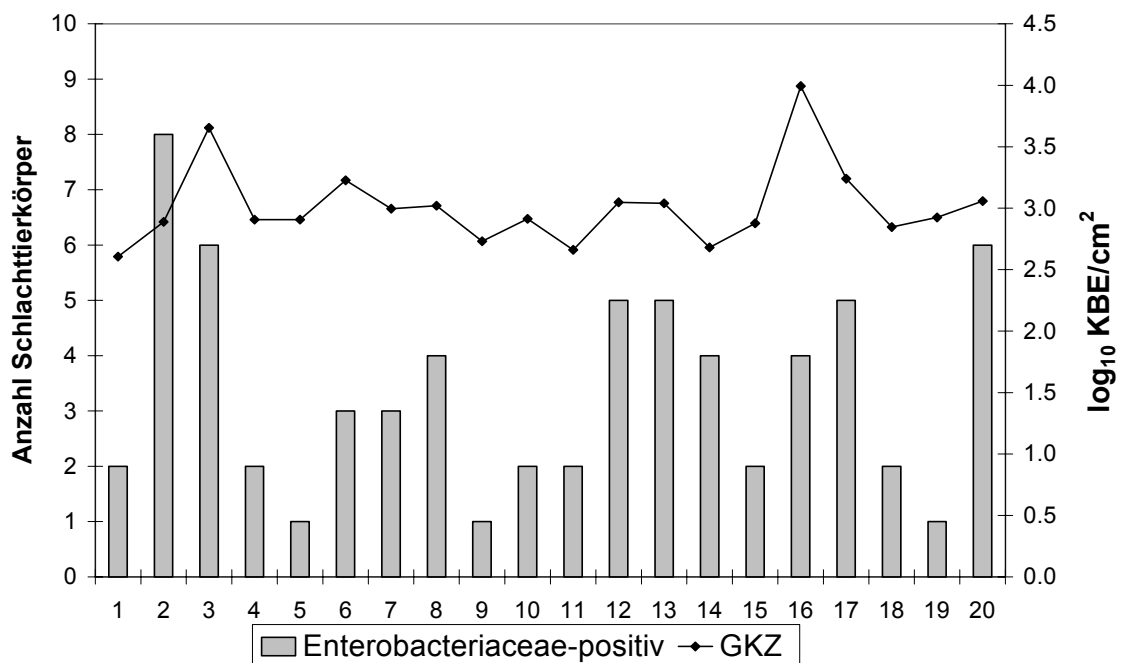


Abbildung 59: Darstellung der tagesdurchschnittlichen log<sub>10</sub>-Werte der GKZ und der Anzahl *Enterobacteriaceae*-positiver Proben von **Rinderschlachttierkörpern** des **Betriebes A** (n=200, Stichprobenumfang pro Untersuchungstag: 10 Tierkörper)

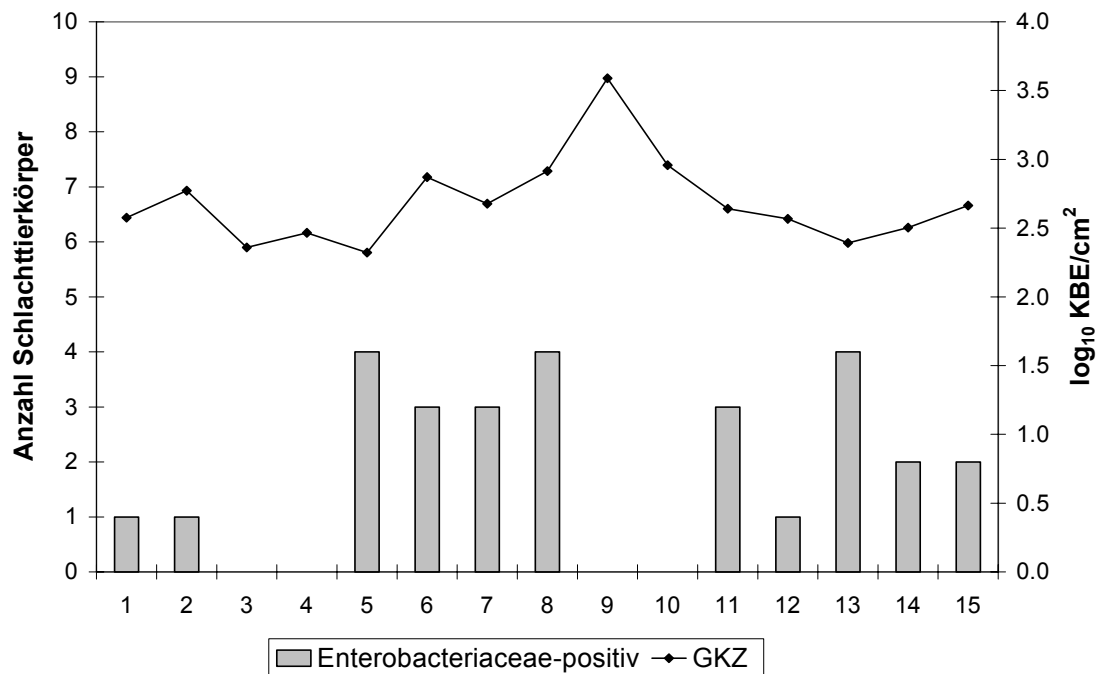


Abbildung 60: Gegenüberstellung der tagesdurchschnittlichen log<sub>10</sub>-Werte der GKZ und der Anzahl *Enterobacteriaceae*-positiver Proben von **Rinderschlachttierkörpern** des **Betriebes B** (n=150, Stichprobenumfang pro Untersuchungstag: 10 Tierkörper)

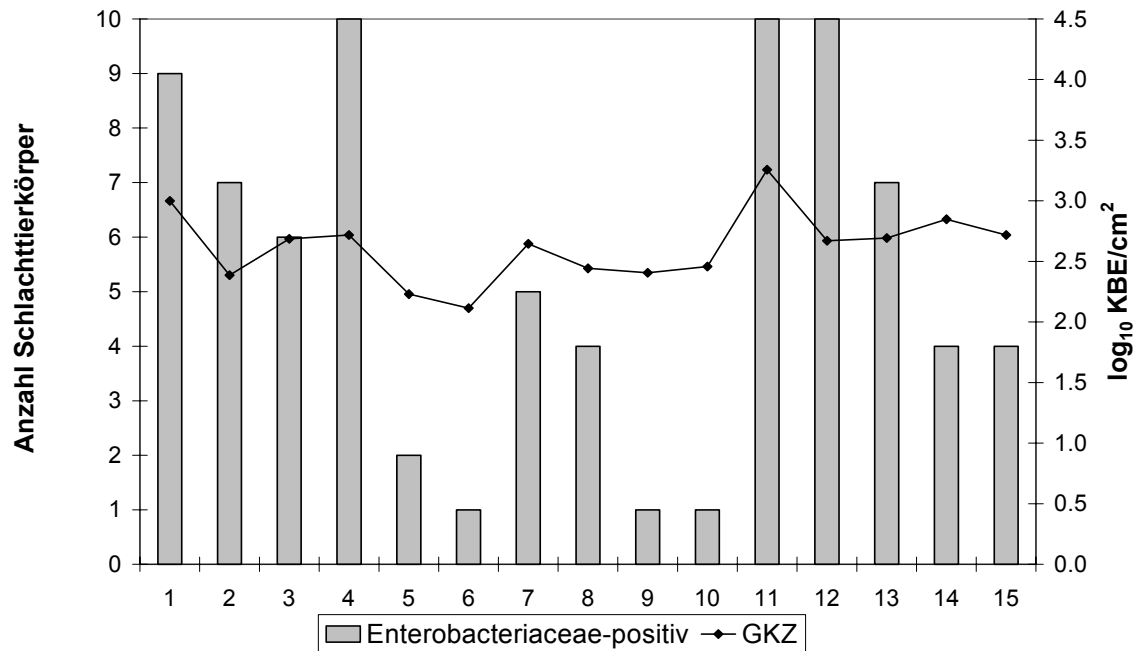


Abbildung 61: Gegenüberstellung der tagesdurchschnittlichen  $\log_{10}$ -Werte der GKZ und der Anzahl *Enterobacteriaceae*-positiver Proben von **Rinderschlachttierkörpern** des **Betriebes C** (n=150, Stichprobenumfang pro Untersuchungstag: 10 Tierkörper)

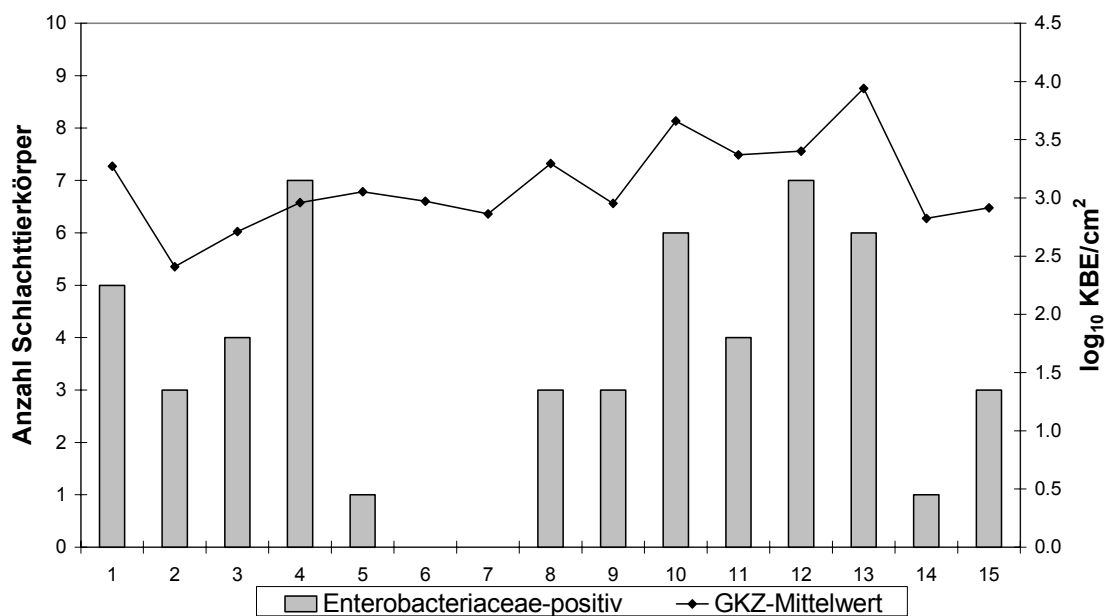


Abbildung 62: Gegenüberstellung der tagesdurchschnittlichen log<sub>10</sub>-Werte der GKZ und der Anzahl *Enterobacteriaceae*-positiver Proben von **Rinderschlachttierkörpern** des **Betriebes D** (n=150, Stichprobenumfang pro Untersuchungstag: 10 Tierkörper)

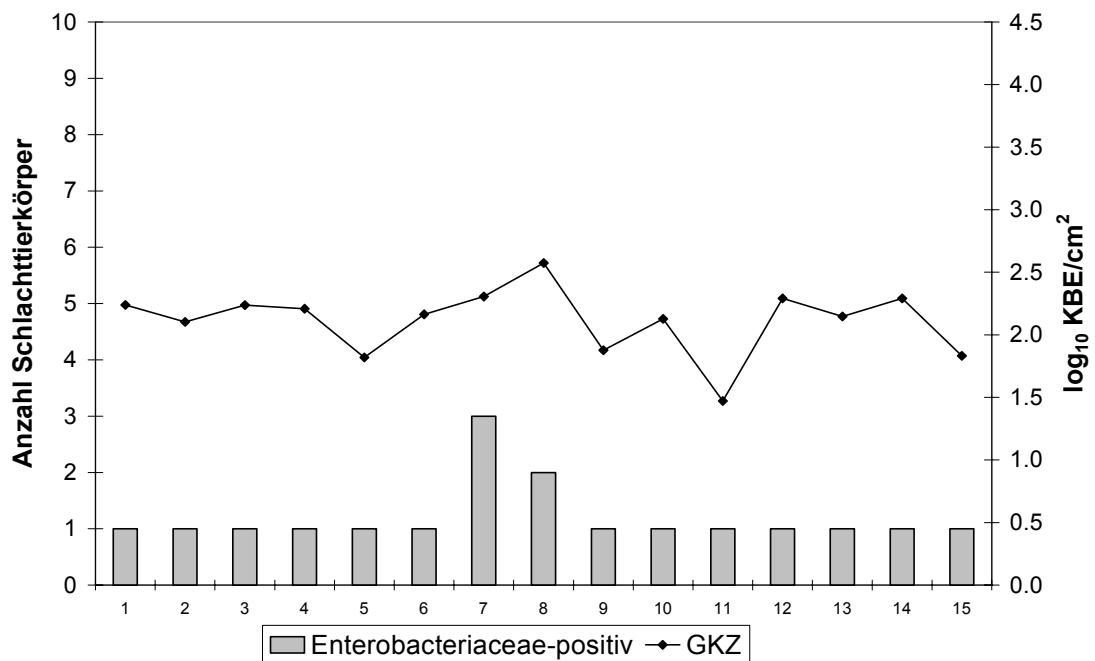


Abbildung 63: Gegenüberstellung der tagesdurchschnittlichen log<sub>10</sub>-Werte der GKZ und der Anzahl *Enterobacteriaceae*-positiver Proben von **Rinderschlachttierkörpern** des **Betriebes E** (n=150, Stichprobenumfang pro Untersuchungstag: 10 Tierkörper)

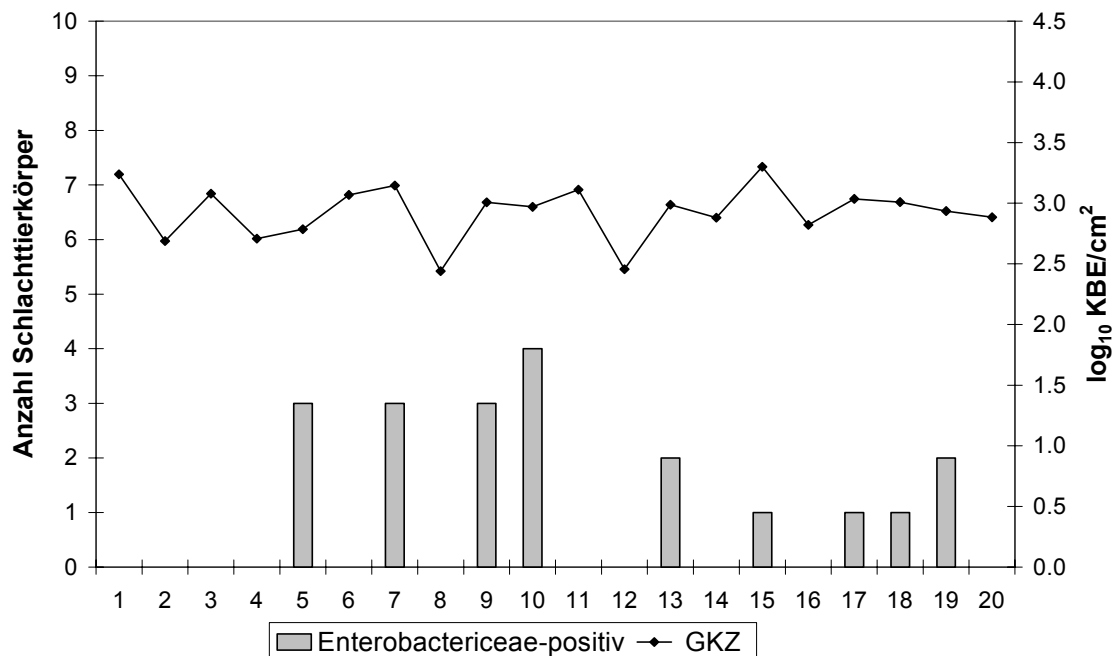


Abbildung 64: Gegenüberstellung der tagesdurchschnittlichen log<sub>10</sub>-Werte der GKZ und der Anzahl *Enterobacteriaceae*-positiver Proben von **Schweineschlachttierkörpern** des **Betriebes A** (n=200, Stichprobenumfang pro Untersuchungstag: 10 Tierkörper)

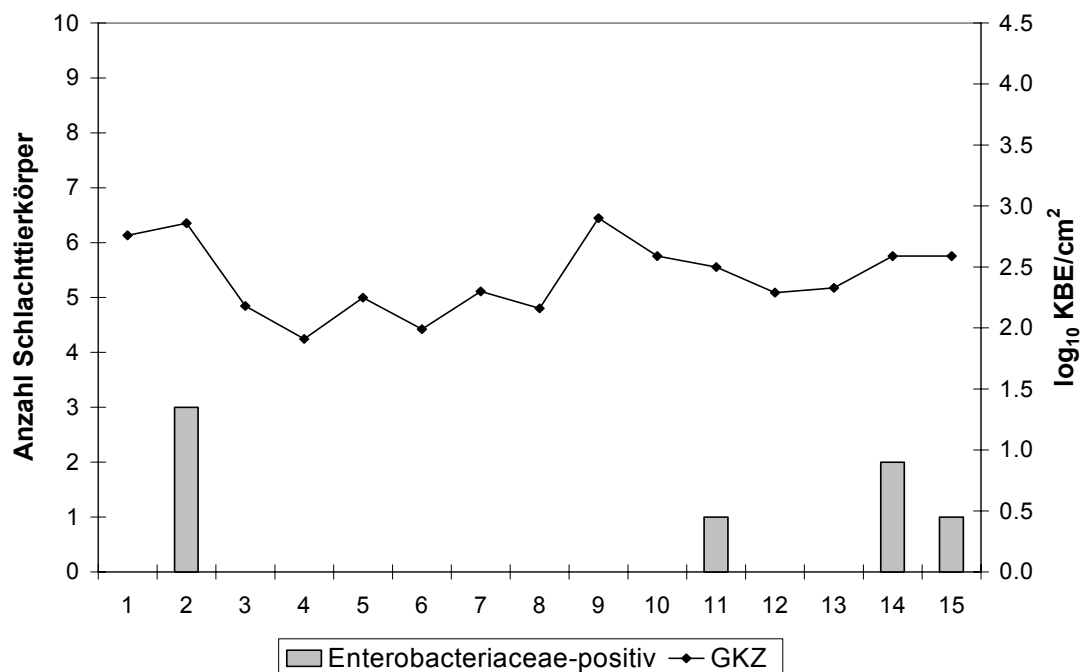


Abbildung 65: Gegenüberstellung der tagesdurchschnittlichen log<sub>10</sub>-Werte der GKZ und der Anzahl *Enterobacteriaceae*-positiver Proben von **Schweineschlachttierkörpern** des **Betriebes B** (n=150, Stichprobenumfang pro Untersuchungstag: 10 Tierkörper)



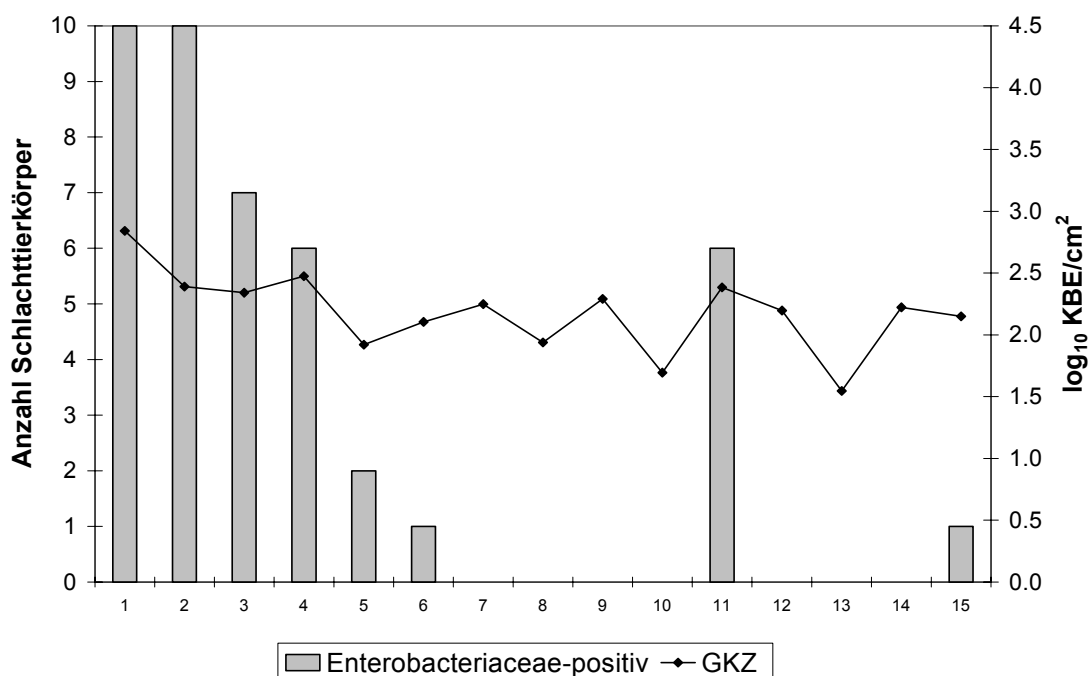


Abbildung 66: Gegenüberstellung der tagesdurchschnittlichen log<sub>10</sub>-Werte der GKZ und der Anzahl *Enterobacteriaceae*-positiver Proben von **Schweineschlachttierkörpern** des **Betriebes C** (n=150, Stichprobenumfang pro Untersuchungstag: 10 Tierkörper)

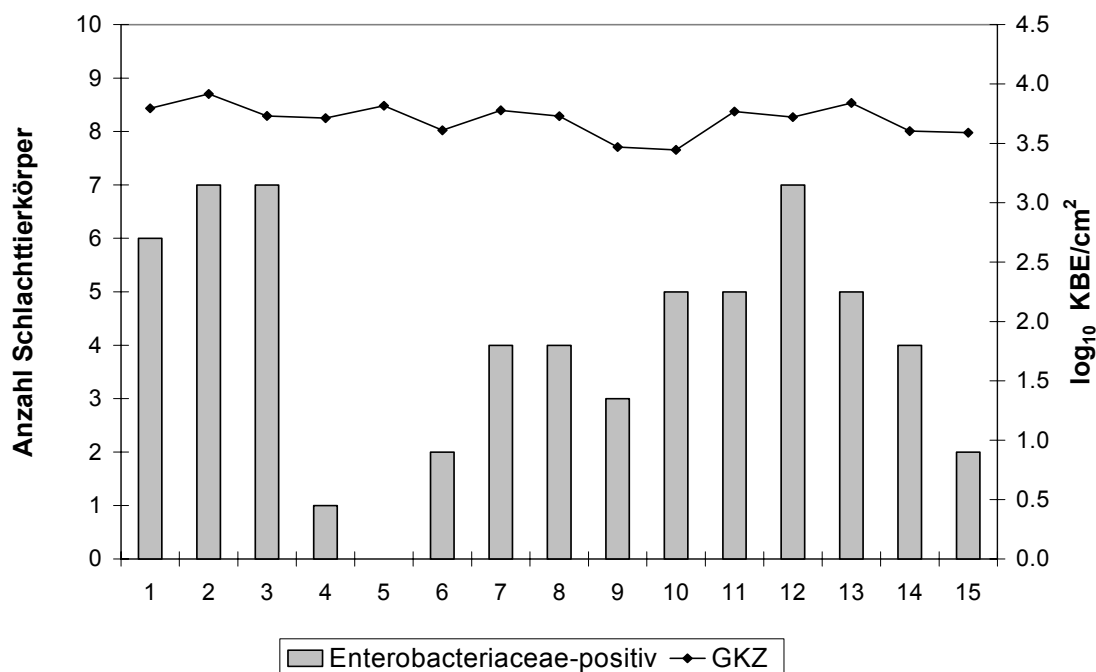


Abbildung 67: Gegenüberstellung der tagesdurchschnittlichen  $\log_{10}$ -Werte der GKZ und der Anzahl *Enterobacteriaceae*-positiver Proben von **Schweineschlachttierkörpern** des **Betriebes D** (n=150, Stichprobenumfang pro Untersuchungstag: 10 Tierkörper)

## 8. Literaturangaben

- Ady, G., M. Djuren, B. Dolzinski, K. P. Kruse, E. Schlägel, G. Schleuter, 1997. Probeentnahme für Hygieneuntersuchungen. I. Entnahme von Proben zur bakteriologischen Untersuchung. II. Verfahren im Labor. Niedersächsisches Landesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit. Eigenverlag.
- Al-Saigh H., C. Zweifel, J. Blanco, J. E. Blanco, M. Blanco, M. A. Usera, R. Stephan, 2004. Fecal shedding of *Escherichia coli* O157, *Salmonella*, and *Campylobacter* in Swiss cattle at slaughter. J. Food Prot. 67, 679-684.
- Anderson, M. E., H. E. Huff, H. D. Naumann, R. T. Marshall, J. Damare, R. Johnson, M. Pratt, 1987. Evaluation of swab and tissue excision methods for recovering microorganisms from washed and sanitized beef carcasses. J. Food Prot. 50, 741-743.
- Anonym, 1964. Richtlinie des Rates über die gesundheitlichen Bedingungen für die Gewinnung und das Inverkehrbringen von frischem Fleisch vom 26. Juni 1964. Richtlinie des Rates der Europäischen Gemeinschaften 64/433/EWG.
- Anonym, 1987. Code of good hygienic practices. EG-Dokument VI/5938/87, PVET/2140. Commission of the European Communities.
- Anonym, 1990. Report of WHO consultation on research on new slaughter technologies to reduce cross-contamination. WHO/CDS/VPH/90.87. World Health Organization (WHO).
- Anonym, 1993. Richtlinie 93/43/EWG des Rates vom 14. Juni 1993 über Lebensmittelhygiene. Rat der Europäischen Gemeinschaften. Abl. EG Nr. L 175.
- Anonym, 1995a. Fleischhygieneverordnung (FHyV) vom 1. März 1995. Eidg. Drucksachen- und Materialzentrale, Bern.

- Anonym, 1995b. Deutsche Gesellschaft für Qualität: SPC2 – Qualitätsregelkartentechnik. DGQ-Band 16-32. Beuth Verlag GmbH, Berlin.
- Anonym, 1995c. Verordnung über die hygienischen und mikrobiologischen Anforderungen an Lebensmittel, Gebrauchsgegenstände, Räume, Einrichtungen und Personal (Hygieneverordnung, HyV) vom 26. Juni 1995. Eidg. Drucksachen- und Materialzentrale, Bern.
- Anonym, 1996. Pathogen reduction; hazard analysis and critical control point (HACCP) systems; Final Rule. Fed. Regist. 61: 38805-38989. Food Safety Inspection Service (FSIS), U. S. Department of Agriculture (USDA).
- Anonym (2001): Entscheidung 2001/471/EG: Entscheidung der Kommission vom 08.06.2001 über Vorschriften zur regelmässigen Überwachung der allgemeinen Hygienebedingungen durch betriebseigene Kontrollen gemäss Richtlinie 64/433/EWG und Richtlinie 71/118/EWG, Abl. EG Nr. L 165.
- Anonym, 2004a. Bestimmung des Oberflächenkeimgehaltes von Schlachttierkörpern in EU-zugelassenen Schlachtbetrieben im Sinne der Entscheidung 2001/471/EG. Technische Weisung 272.101.11 des Bundesamtes für Veterinärwesen (BVET).
- Anonym, 2004b. Bestimmung des Oberflächenkeimgehaltes von Einrichtungsgegenständen und Arbeitsgeräten zur Kontrolle der Reinigung und Desinfektion in EU-zugelassenen Schlacht- und Zerlegebetrieben im Sinne der Entscheidung 2001/471/EG. Technische Weisung 272.101.04a des Bundesamtes für Veterinärwesen (BVET).
- Bartelt, E., 1999. Campylobacteriose und Q-Fieber. Proceedings 27. Seminar Umwelthygiene - Tiere als Infektionsquelle für den Menschen? Fakten - Emotionen. Hannover. 43-50.

- Berg, C., G. Hildebrandt, 1996. Zur Streuung der mesophilen aeroben Gesamtkeimzahl in grob zerkleinerten Fleischerzeugnissen: Mettwurst, Hackfleisch und Hamburger. *Fleischwirtsch.* 76, 644-648.
- Bolton, D. J., 2003. The EC decision of the 8<sup>th</sup> June 2001 (EC/471/2001): Excision versus swabbing. *Food Control* 14, 207-209.
- Caprioli, A., A. E. Tozzi, 1998. Epidemiology of Shiga toxin-producing *Escherichia coli* infections in continental Europe. In Kaper J. B. und A.D. O'Brien (ed.). *Escherichia coli* O157:H7 and other Shiga toxin-producing *E. coli* strains. ASM Press, Washington D.C., 38-48.
- Charlebois, R., R. Trudel, S. Messier, 1991. Surface contamination of beef carcasses by fecal coliforms. *J. Food Prot.* 54, 950-956.
- Chinen, I., M. Rivas, M. I. Caffer, R. O. Cinto, N. Binsztein, 1993. Diagnosis of enteroinvasive *Escherichia coli* associated with diarrhea. *Rev. Argent. Microbiol.* 25, 27-35.
- De Zutter, L., R. Abrams, J. van Hoof, 1982. Bacteriological survey of beef carcasses: Correlation between swab and maceration method. *Arch. Lebensmittelhyg.* 33, 36-38.
- Dorsa, W. J., C. N. Cutter, G. R. Siragusa, 1996. Evaluation of six sampling methods for recovery of bacteria from beef carcass surfaces. *Lett. Appl. Microbiol.* 22, 39-41.
- Dorsa, W. J., G. R. Siragusa, C. N. Cutter, E. D. Berry, M. Koohmaraie, 1997. Efficacy of using a sponge sampling method to recover low levels of *Escherichia coli* O157:H7, *Salmonella typhimurium*, and aerobic bacteria from beef carcass surface tissue. *Food Microbiol.* 14, 63-69.

- Dura, U., R. Stephan, K. Kühn, F. Untermann, 1999. Selbstkontrolle im Schlachtbetrieb: Verifikation der Schlachthygiene am Beispiel mikrobiologischer Untersuchungen von Rinderschlachttierkörpern. Mitt. Lebensm. Hyg. 90, 564-574.
- Eggenberger, E., R. Thun, 1984. Eine graphische Methode zur Darstellung von Messwerten. Schweiz. Arch. Tierheilk. 126, 199-205.
- Ellerbroek, L., 2003. Mikrobiologische Kontrolle der allgemeinen Hygiene in Fleisch-Lieferbetrieben gemäss Artikel 10 (2) der Richtlinie 64/433/EWG: Umsetzung der Entscheidung 2001/471/EG. Fleischwirtsch. 83, 139-142.
- Ellerbroek, L., J. F. Wegener, G. Arndt, 1993. Does spray washing of lamb carcasses alter bacterial surface contamination? J. Food Prot. 56, 432-436.
- Fliss, I., R. E. Simard, A. Ettriki, 1991. Comparison of three sampling techniques for microbiological analysis of meat surfaces. J. Food Sci. 56, 249-252.
- Gill, C. O., M. Badoni, J. C. McGinnis, 2001. Microbiological sampling of meat cuts and manufacturing beef by excision or swabbing. J. Food Prot. 64, 325-334.
- Gill, C. O., T. Jones, 2000. Microbiological sampling of carcasses by excision or swabbing. J. Food Prot. 63, 167-173.
- Gill, C. O., D. S. McGinnis, J. Bryant, B. Chabot, 1995. Decontamination of commercial, polished pig carcasses with hot water. Food Microbiol. 12, 143-149.
- Hesse, S., 1991. Mikrobiologische Prozesskontrolle am Rinderschlachtband unter besonderer Berücksichtigung technologisch bedingter Hygieneschwachstellen. Vet. med. Diss., FU Berlin.

- Hildebrandt, G., L. Böhmer, 1996. Prüfpläne in der mikrobiologischen Qualitätssicherung. Fleischwirtsch. 76, 166-172.
- Kleiner, U., S. Hilgert, 2004. Umsetzung der Entscheidung 2001/471/EG: Vergleich der destruktiven und nicht-destruktiven Probennahmetechniken zur Bestimmung des Keimgehaltes auf Fleischoberflächen . 1. Tierkörper Schwein. Fleischwirtsch. 84, 101-104.
- Kukay, C. C., L. H. Holcomb, J. N. Sofos, J. B. Morgan, J. D. Tatum, P. P. Clayton , G. C. Smith, 1996. Applications of HACCP by small-scale and medium-scale meat processors. Dairy, Food and Environmental Sanitation 16, 74-80.
- Lasta, J., R. Fonrouge, 1988. Significance of samples taken for bacterial counts from reduced areas of bovine carcasses. J. Food Prot. 51: 214-217.
- Mackey, B. M., T. A. Roberts, 1993. Improving slaughtering hygiene using HACCP and monitoring. Fleischwirtsch. 73, 34-43.
- Nataro, J. P., J. B. Kaper, 1998. Diarrheagenic *Escherichia coli*. Clin. Microbiol. Rev. 11, 142-201.
- Nortje, G. L., E. Swanepoel, R. T. Naude, W. H. Holzapfel, P. L. Steyn, 1982. Evaluation of three carcass surface microbial sampling techniques. J. Food Prot. 45, 1016-1017.
- Palumbo, S. A., P. Klein, J. Capra, S. Eblen, A. J. Miller, 1999. Comparison of excision and swabbing sampling methods to determine the microbiological quality of swine carcass surface. Food Microbiol. 16, 459-464.
- Pearce, R. A., D. J. Bolton, J. J. Sheridan, D. A. McDowell, I. S. Blair, D. Harrington, 2004. Studies to determine the critical control points in pork slaughter hazard analysis and critical control point systems. Int. J. Food Microbiol. 90, 311-339.

- Purkl, H., M. Bülte, 2002. Prozesslenkung an Schlachtlinien mit Hilfe der Qualitätsregelkartentechnik. 43. Tagung des Arbeitsgebietes Lebensmittelhygiene der DVG Garmisch-Partenkirchen.
- Rautelin, H., M. L. Hänninen, 2000. Campylobacters: the most common bacterial enteropathogens in the Nordic countries. *Ann. Med.* 32, 440-445.
- Reuter, G., 1984. Ermittlung der Oberflächenkeimgehaltes von Rinderschlachttierkörpern. Untersuchung zur Eignung nicht- destruktiver Probeentnahmeverfahren. *Fleischwirtsch.* 64, 1247-1252.
- Rivas, T., A. Herrera, A. Arino, 1993. Assessment of an excision surface sampling method for microbiological analysis of lamb liver. *J. Food Prot.* 56, 58-61.
- Roberts, D., W. R. Hudson, O. P. Whelehan, B. Simonsen, K. Olgaard, H. Labots, J. M. Snijders, J. Van Hoof, J. Debevere, J. F. Dempster, J. Devereux, L. Leistner, H. Ghera, H. Gledel, J. Fournaud, 1984. Number and distribution of bacteria on some beef carcasses at selected abattoirs in some member states of the European Communities. *Meat Sci.* 11, 191-205.
- Sharpe, A. N., C. Isigidi Bin Kingombe, P. Watney, L. J. Parrington, I. Dudas, M. P. Diotte, 1996. Efficient nondestructive sampler for carcasses and other surfaces. *J. Food Prot.* 59, 757-763.
- Sheridan, J. J., 2000. Monitoring CCPs in HACCP systems. In Brown, M. (ed.). HACCP in the meat industry. CRC Press, Boca Raton, 203-230.
- Snijders, J. M., M. H. Janssen, G. E. Gerats, G. P. Corstiaensen, 1984. A comparative study of sampling techniques for monitoring carcass contamination. *Int. J. Food Microbiol.* 1, 229-236.



- Stolle, F. A., 1985. Die Problematik der Probeentnahme für die Bestimmung des Oberflächenkeimgehaltes von Schlachttierkörpern. Studie zur Ermittlung geeigneter Stellen für die mikrobiologische Analyse des Oberflächenkeimgehaltes unter besonderer Berücksichtigung der Einsetzbarkeit verschiedener Probenentnahmeverfahren und Indikatorgruppen. Habilitationsschrift, FU Berlin.
- Thrusfield, M., 1995. Demonstrating association. *In* Veterinary Epidemiology. 2nd edition. Blackwell Science Ltd., Ames, Iowa, 199-219.
- Untermann, F., 1998. Mit HACCP den Menschen schützen. Qualität und Zuverlässigkeit, Qualitätsmanagement in Industrie und Dienstleistung 43, 188-192.
- Untermann, F., R. Stephan, U. Dura, M. Hofer, P. Heimann, 1997. Reliability and practicability of bacteriological monitoring of beef carcass contamination and their rating within a hygiene quality control programme of abattoirs. *Int. J. Food Microbiol.* 34, 67-77.
- Upmann, M., 1996. Der Oberflächenkeimgehalt des Schweinefleisches vor und nach dem Zerlegeprozess sowie Beobachtungen zur Betriebshygiene und deren Überprüfung mit dem Nass-Trockentupfverfahren. *Vet. med. Diss.*, FU Berlin.
- Vanne, L., M. Karwoski, S. Karppinen, A.-M. Sjöberg, 1996. HACCP-based quality control and rapid detection methods for micro-organisms. *Food Control* 7, 263–276.
- Ware, L. M., M. L. Kain, J. N. Sofos, K. E. Belk, G. C. Smith, 1999. Comparison of sponging and excising as sampling procedures for microbiological analysis of fresh beef-carcass tissue. *J. Food Prot.* 62, 1255-1259.
- Zander-Schmidt, D., 1991. Mikrobiologische Prozesskontrolle bei der Kälberschlachtung. *Vet. med. Diss.*, FU Berlin.

- Zweifel, C., R. Stephan, 2003a. Microbiological monitoring of sheep carcass contamination in three Swiss abattoirs. *J. Food Prot.* 66, 946-952.
- Zweifel, C., R. Stephan, 2003b. Mikrobiologische Monitoringuntersuchungen von Schlachttierkörpern im Rahmen der Selbstkontrolle: Informationsgehalt und Aussagekraft verschiedener Auswertungsmodelle. *Fleischwirtsch.* 83, 88-92.
- Zweifel, C., M. A. Zychowska, R. Stephan, 2004. Prevalence and characteristics of Shiga toxin-producing *Escherichia coli*, *Salmonella* spp. and *Campylobacter* spp. isolated from slaughtered sheep in Switzerland. *Int. J. Food Microbiol.* 92, 45-53.

## 9. Verdankungen

Allen, die in irgendeiner Weise zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen haben, möchte ich an dieser Stelle herzlich danken

Besonderer Dank gilt:

Herrn Prof. Dr. R. Stephan, Institut für Lebensmittelsicherheit und -hygiene der Vetsuisse-Fakultät Universität Zürich, für die Überlassung des interessanten Themas, die fachliche Beratung, die Überarbeitung des Manuskripts und die Übernahme des Referates

Herrn PD Dr. M. Hässig, Abteilung für Ambulanz und Bestandesmedizin, Departement für Nutztiere der Vetsuisse-Fakultät Universität Zürich, für die Übernahme des Korreferates

Herrn Dr. C. Zweifel, Institut für Lebensmittelsicherheit und -hygiene der Vetsuisse-Fakultät Universität Zürich, für die Unterstützung beim Erstellen dieser Arbeit.

Herrn Dr. med. dent. A Baltzer. Herrn W. Fehr sowie Herrn R. Lüthi für die Überarbeitung des Textes.

Frau Dr. M. A. Zychowska für die Mithilfe bei den praktischen Arbeiten

Herrn J. Giletycz und Frau U. Baumgartner für die Herstellung der Medien und der Nährlösungen

Allen Mitarbeitern der besuchten Schlachtbetriebe für die stets freundliche Aufnahme und die Unterstützung bei den Probenentnahmen

## Curriculum vitae

Name	Dominik, Baltzer
Geburtsdatum	08.06.1974
Geburtsort	Rheinfelden
Nationalität	Schweiz
Heimatort	Basel

1981– 1985	Primarschule in Rheinfelden
------------	-----------------------------

1985 – 1989	Bezirksschule in Rheinfelden
-------------	------------------------------

1989 – 1995	Gymnasium in Basel
-------------	--------------------

1995	Maturität Typus E
------	-------------------

1996 – 1997	Studium der Veterinärmedizin an der Universität Basel, Schweiz
-------------	--

1998 – 2002	Studium der Veterinärmedizin an der Vetsuisse-Fakultät Universität Zürich, Schweiz
-------------	--

2002	Staatsexamen an der Vetsuisse-Fakultät Zürich, Schweiz
------	--

2003 - 2004	Doktorand, Institut für Lebensmittelsicherheit und -hygiene der Vetsuisse-Fakultät Universität Zürich, Schweiz
-------------	--

1. Mai 2004